

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**RED DE ACCESO LAN CON
AGREGACIÓN POR ENLACE
MICROONDAS PARA MEJORAR EL
PROCESO DE ATENCIÓN DE AVERÍAS
DE LA RED CELULAR CLARO DE LA
CIUDAD DE HUARAZ**

TESIS PRESENTADA POR:

HENTZ DANNY BENAVIDES PAREDES

ROBERT ANDERSON ORDÓÑEZ BAUTISTA

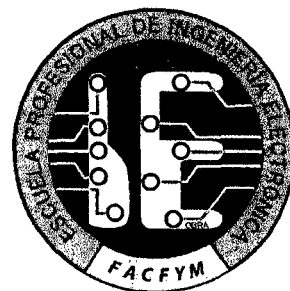
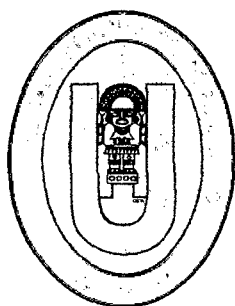
PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO ELECTRONICO

ASESOR:

LUCÍA ISABEL CHAMÁN CABRERA

2015

Lambayeque - Perú



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

RED DE ACCESO LAN CON
AGREGACIÓN POR ENLACE
MICROONDAS PARA MEJORAR EL
PROCESO DE ATENCIÓN DE AVERÍAS
DE LA RED CELULAR CLARO DE LA
CIUDAD DE HUARAZ

TESIS PRESENTADA POR:

HENTZ DANNY BENAVIDES PAREDES

ROBERT ANDERSON ORDÓÑEZ BAUTISTA

PARA OBTENER EL GRADO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

ASESOR:

LUCÍA ISABEL CHAMÁN CABRERA

2015

Lambayeque - Perú

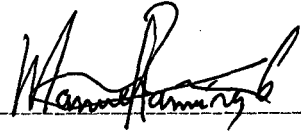
RED DE ACCESO LAN CON AGREGACIÓN POR ENLACE
MICROONDAS PARA MEJORAR EL PROCESO DE
ATENCIÓN DE AVERÍAS DE LA RED CELULAR CLARO DE
LA CIUDAD DE HUARAZ

Tesis Presentada Por:

Hentz Danny Benavides Paredes

Robert Anderson Ordóñez Bautista

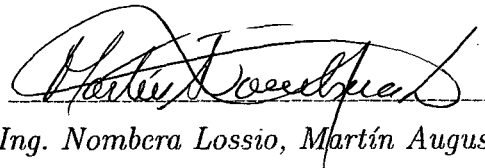
Aprobado Por:



Ing. Ramírez Castro, Manuel Javier
Presidente de Jurado



Ing. Jara Sandoval, Victor Olegario
Secretario



Ing. Nomberra Lossio, Martín Augusto
Vocal

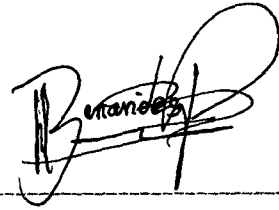
Asesora:



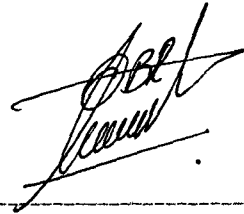
Ing. Chaman Cabrera, Lucía Isabel

RED DE ACCESO LAN CON AGREGACIÓN POR ENLACE
MICROONDAS PARA MEJORAR EL PROCESO DE
ATENCIÓN DE AVERÍAS DE LA RED CELULAR CLARO DE
LA CIUDAD DE HUARAZ

Autores:



Hentz Danny Benavides Paredes



Robert Anderson Ordóñez Bautista

Dedicatoria

Dedicado.

*A mis padres Roberto y Giovana,
por su apoyo incondicional, por
alentarme a alcanzar mis
objetivos y por que gracias a ellos
he podido obtener este logro.*

*A mis hermanos Jancy, Diana,
Juanita, Marité, Valentino, Cristel,
mi sobrino Jesús y mi tío César
por su confianza y apoyo
que me brindan.*

*A mi madre Gladys,
mi hermana Josselin,
mi abuelita Genara
que me iluminan y guían
desde el cielo.*

*A mis hijas Camila y Alisson
Aramí, que son mi alegría y motivo
para superarme día a día.*

*A mi novia Lizeth madre de
mis hijas, que me acompaña
y apoya en todo momento.*

Ordóñez Bautista Robert Anderson

Dedicado.

*A mi familia, por brindarme
su apoyo incondicional y
alentarme a alcanzar mis
objetivos.*

Hentz Danny Benavides Paredes

Agradecimientos

Agradecemos al creador, por prestarnos vida y permitirnos conocer personas valiosas y aprender de ellas.

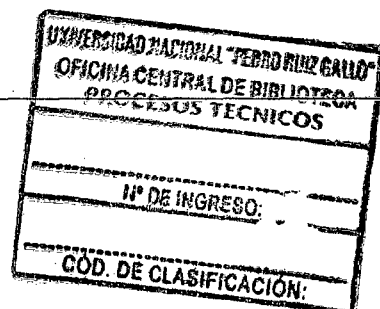
Agradecemos a nuestros maestros, quienes con su enseñanza formaron las bases de nuestra formación profesional.

Agradecer también a America Móvil, por las facilidades que se nos han proporcionado, necesario para la elaboración de este trabajo.

Agradecer a la Ing. Lucía Isabel Chamán Cabrera por su asesoramiento, tolerancia y amistad durante la elaboración de este trabajo.

Agradecer también a nuestros amigos que siempre han estado ahí para alentarnos, apoyarnos y aconsejarnos en los momentos que más los requeríamos.

No podemos terminar sin agradecer a nuestras familias, en cuyo estímulo constante y amor hemos confiado a lo largo de nuestros años de estudios.



Índice general

Dedicatoria	II
Agradecimientos	IV
1. Introducción	1
1.1. Situación Problemática	2
1.2. Ubicación Geográfica e Infraestructura	2
1.3. Justificación	5
1.4. Objetivos	6
1.4.1. Objetivo General	6
1.4.2. Objetivos Específicos	6
2. Marco Teórico	7
2.1. Redes de Agregación	8
2.1.1. Tipos de Redes de Agregación	8
2.1.2. Protocolos de comunicación	34
2.1.3. Modulación	38
2.1.4. Línea de Vista	42
2.2. Red de Acceso	46
2.2.1. Clasificación	46
2.2.2. Modelos de Comunicación	53
2.2.3. Dispositivos de Red	58
3. Análisis y Diseño	63
3.1. Planteamiento de la Solución	64

3.2. Estudio del Medio de Transmisión	64
3.2.1. Elección de Antenas.	65
3.2.2. Zona de Fresnel y Curvatura Terrestre.	69
3.2.3. Análisis de Pérdidas.	74
3.3. Selección de Hardware	84
3.3.1. Rack de Equipos.	84
3.3.2. Suministro de Energía.	85
3.3.3. Radio Microondas.	87
3.3.4. Instalación de Elementos Outdoor.	89
3.3.5. Ubicación del Enrutador y Diseño de Cableado Estructurado.	89
3.4. Configuración de Software	93
4. Resultados	101
4.1. Simulación y Pruebas	102
4.1.1. Simulación de Enlace Microondas	102
4.1.2. Simulación de la Red LAN	112
4.2. Resultado de las Pruebas	124
4.2.1. Enlace Microondas	124
4.2.2. Cableado Estructurado.	125
5. Presupuesto	126
5.1. Red de Acceso y Cableado Estructurado	127
5.2. Red de Transporte	128
6. Conclusiones	129
6.1. Conclusiones	130
6.2. Recomendaciones	130
Bibliografía	132
A. Anexos	135
A.1. Planos de Cableado Estructurado.	136
A.2. Datasheet Antena Andrew.	137
A.3. Parámetro de Radiación Antena Andrew.	138

A.4. Datasheet Minipack Rectifier Module 48v, 800W.	139
A.5. Datasheet Minipack Power Supply Systems 48v.	140
A.6. Datasheet Coax Cable Double RG223.	141
A.7. Datasheet Routers 1900 Series Cisco.	142

Índice de figuras

1.1. Vista externa de la estación Cancaryaco.	3
1.2. Vistas sobre la torre mirando hacia el far end (Oficina de Redes Claro Field Huaraz).	3
1.3. Coordenadas sobre la Torre: Longitud -77.54041, Latitud -9.500918	4
1.4. Vista externa de la oficina del Área de Redes de Acceso Claro.	4
1.5. Puntos y LOS en Google Earth.	5
2.1. Diagrama de Radiación	14
2.2. Diagramas de Radiación	15
2.3. Representación de un Diagrama de Radiación en Coordenadas Polares	15
2.4. Puntos de Media Potencia	16
2.5. Antena Dipolo Elemental	19
2.6. Antena Dipolo de Media Onda	20
2.7. Antena Monopolo	21
2.8. Antena Dipolo	22
2.9. Antena Yagui-Uda	23
2.10. Antena Torniquete	24
2.11. Esquema de Antena Log-Periódica	25
2.12. Antena Log-Periódica	26
2.13. Antena de Cuadro	27
2.14. Esquema de Antena Helicoidal	28
2.15. Esquema de Antena Helicoidal	29
2.16. Antena Omnidireccional y Diagrama Vertical	30
2.17. Antena Sectorial	31

2.18. Antena Plana	32
2.19. LOS & NLOS	42
2.20. Perfil de un Radioenlace	43
2.21. Pérdidas por Difracción	44
2.22. Cálculo del Despejamiento en Radioenlaces con y sin Visión Directa.	45
2.23. Topología Bus	47
2.24. Topología de Anillo	48
2.25. Topología Estrella	49
2.26. Topología Arbol	49
2.27. Topología en Malla Completa	50
2.28. Redes Inalámbricas Según su Cobertura	53
2.29. Paralelo Entre Modelo OSI y Modelo TCP/IP	58
2.30. Tarjeta de Red	59
2.31. Cable de Red	59
2.32. Concentrador o Hub	60
2.33. Switchs	60
2.34. Enrutadores o Routers	62
2.35. Repetidor	62
3.1. Vista Superior del Terreno	65
3.2. Diagrama de Radiación de una Antena Parabólica.	66
3.3. Campo de Visibilidad de Terminales	66
3.4. Perfil del Terreno en Línea de Vista de Ambos Terminales	67
3.5. Concavidad de Antenas Parabólicas	68
3.6. Zona de Fresnel	69
3.7. Factor K y Curvatura del Haz Causado por la Refracción.	73
3.8. Línea de vista entre terminales del radioenlace y distancia del haz a la primera zona de Fresnel.	74
3.9. Diagrama de Pérdidas en Enlaces Microondas.	75
3.10. Atenuación por Gases.	79
3.11. Tabla de Atenuaciones según la ITU (UIT-R P.676).[21]	80
3.12. Regiones de Lluvia en el Continente Americano	82
3.13. Rack de Equipos	85

3.14. Tablero de Distribución	86
3.15. Power Core MiniPack Eltek.	86
3.16. Modulo rectificador MiniPack Elteck.	87
3.17. Chasis Huawei - modelo Optix RTN 910.	88
3.18. Router Cisco 1941/K9.	90
3.19. Tarjeta Expansión EHWIC-4ESG.	90
3.20. Patch Panel.	91
3.21. Norma T658	92
3.22. Conexionado de Rosetas.	93
3.23. Software de Gstión Web LCT.	94
3.24. Conexión al Gestor.	95
3.25. Configuración de Unidades Internas.	96
3.26. Ingreso de Unidades Externas.	97
3.27. Configuración de Unidades Externas.	97
3.28. Configuración de Frecuencias de Trabajo.	98
3.29. Visualización de Características de Unidades Externas.	98
3.30. Visualización de Características de Unidades Internas.	99
3.31. Visualización de Características de Tarjeta Controladora.	99
3.32. Visualización de Frecuencias Configuradas.	100
4.1. Ejecución del Software	102
4.2. Radio Mobile - Acceso a Nueva Red	103
4.3. Radio Mobile - Acceso a Propiedades del Mapa	103
4.4. Radio Mobile - Ingresando Coordenadas de Punto Central	104
4.5. Radio Mobile - Curvas de Nivel	105
4.6. Radio Mobile - Mapa Obtenido Utilizando Internet Virtual Earth	105
4.7. Radio Mobile - Ubicación y altitud de site Cancaryaco.	106
4.8. Radio Mobile - Ubicación y altitud Oficina OyM.	106
4.9. Radio Mobile - Ingresando Frecuencias Que Utilizaremos.	107
4.10. Radio Mobile - Configuración de Topología de la Red.	107
4.11. Radio Mobile - Direcccionamiento de Antena Site Cancaryaco.	108
4.12. Radio Mobile - Direcccionamiento de Antena Site Oficina OyM.	108
4.13. Radio Mobile - Parámetros de Enlace.	109

4.14. Radio Mobile - Patrón de Radiación de antena Andrew VHLPX1-23 .	110
4.15. Radio Mobile - Acceso a Opciones de Estilo	110
4.16. Radio Mobile - Acceso a Opciones Mostrar Redes	111
4.17. Radio Mobile - Acceso a Opciones Enlace de Radio	111
4.18. Packet Tracer - Interfaz	112
4.19. Packet Tracer - Selección del Router	113
4.20. Packet Tracer - Selección de los Ordenadores y Servidor	114
4.21. Packet Tracer - Configuración del Router	114
4.22. Packet Tracer - Montaje de Tarjetas de Expansión HWIC-4ESW . . .	115
4.23. Packet Tracer - Conexión del Ordenador	116
4.24. Packet Tracer - Conexión del Router	116
4.25. Packet Tracer - Conexión entre Router y Dispositivos finales	117
4.26. Packet Tracer - Línea de Comandos	119
4.27. Packet Tracer - Ingresamos el Gateway a la Tarjeta de Red del Ordenador.	120
4.28. Packet Tracer - Ingresamos la Dirección IP y Mascara Subred, a la Tarjeta de Red del Ordenador.	121
4.29. Packet Tracer - Correcta Comunicación entre el Router los Dispositivos Finales.	121
4.30. Packet Tracer - La Data Llega al Router 0 desde Ordenador 1.	122
4.31. Packet Tracer - La Data Llega al Servidor (Radio) desde Ordenador 1.	123
4.32. Packet Tracer - Acuse recibido en el Ordenador 1.	123
4.33. Packet Tracer - Comunicación exitosa entre el Servidor (La Radio) y el Ordenador 1.	124

Índice de cuadros

2.1. Rango de Frecuencias y Aplicaciones Principales	11
2.2. Extánderes de PDH	35
2.3. Protocolos Relacionados con el modelo TCP/IP	57
3.1. Frecuencias Usadas en Redes de Microondas Según la ITU-R	68
3.2. Factor K según el Gradiente de Refractividad	72
3.3. Índices de Precipitación Según Zona Geográfica	83
4.1. Lista de Conexión de los Puertos del Router	117
4.2. Tabla de Direccionamiento	119
5.1. Presupuesto Red de Acceso y Cableado Estructurado	127
5.2. Presupuesto Red de Transporte	128

Capítulo 1

Introducción

1.1. Situación Problemática

Actualmente el área de Redes - Field Huaraz de América Móvil Perú S.A.C., empresa propietaria de la marca Claro, presenta deficiencias en el proceso de atención de averías, debido a que no cuenta con un medio de acceso a la intranet de Claro desde las oficinas del área de redes, viéndose limitados a no tener gestión remota de las estaciones base celulares de Huaraz y anexos y no poder hacer seguimiento continuo del comportamiento de la Red Celular, lo que prolonga excesivamente los tiempos de atención y solución de problemas de servicio.

La tardanza prolongada en la atención de averías trae como consecuencia pérdidas económicas para la empresa, ya que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones penaliza con hasta S/. 3000 por cada día de afectación de servicio para una estación regular; y con el mismo monto por cada hora de afectación para estaciones implementadas por el proyecto Fitel (Fondo Interno de Telecomunicaciones). Dicha penalidad entra en vigencia luego de transcurrido el tiempo de respuesta de averías, consistente en el tiempo que tomaría trasladar personal desde la sede Huaraz hasta el site afectado; tomando entre 2 y 15 horas, dependiendo de la distancia y relieve del terreno.

Es preciso también tener en cuenta la afectación que recibe el usuario final, al mantenerse sin servicio durante tiempos prolongados mientras se solucionan las averías, esto genera incomodidad en él y degrada la imagen de la empresa.

1.2. Ubicación Geográfica e Infraestructura

Las oficinas del área de Redes Field Huaraz se encuentran ubicadas en esquina de la Av. Independencia y Jr. Las Casuarinas, Barrio de Vichay, distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Región Ancash; en las coordenadas 77.53672 longitud oeste y 9.496918 latitud sur; en el primer piso de un edificio de 2 plantas, el cual está distribuido en 5 ambientes, una cocina, un baño y una cochera.

- **Site Claro Cancaryaco.**

Coordenadas a nivel del suelo: Longitud -77.54034, Latitud -9.501028.



Figura 1.1: Vista externa de la estación Cancaryaco.

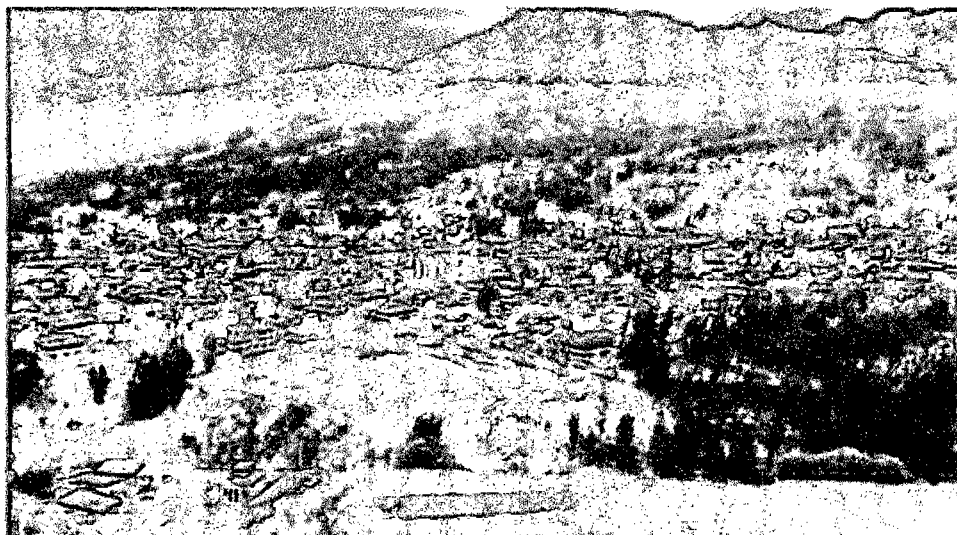


Figura 1.2: Vistas sobre la torre mirando hacia el far end (Oficina de Redes Claro Field Huaraz).

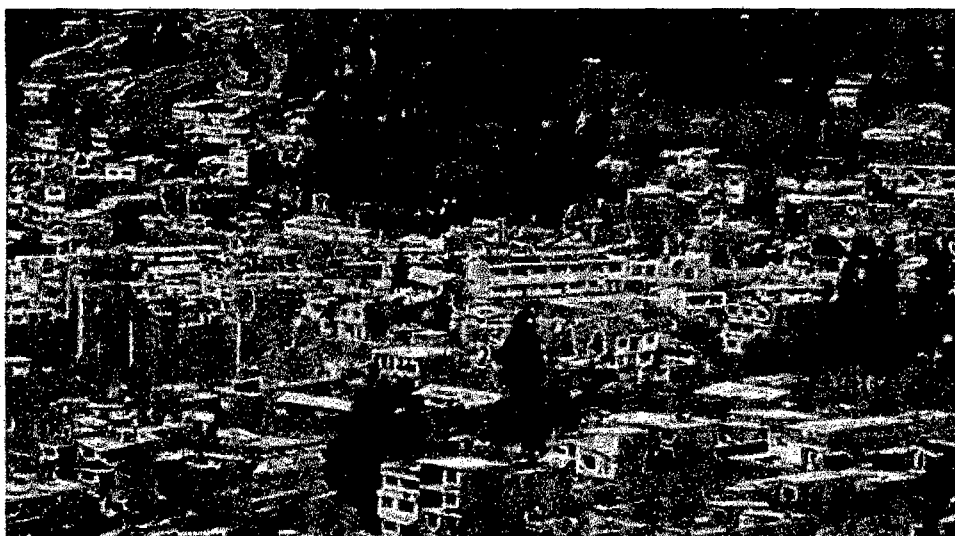


Figura 1.3: Coordenadas sobre la Torre: Longitud -77.54041, Latitud -9.500918

- **Oficina del Área de Redes de Acceso Claro Field Huaraz.**
Coordenadas oficina: Longitud -77.53672, Latitud -9.496918

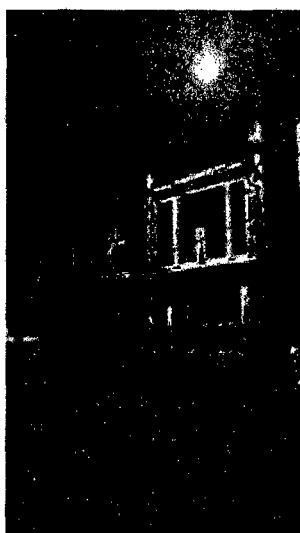


Figura 1.4: Vista externa de la oficina del Área de Redes de Acceso Claro.

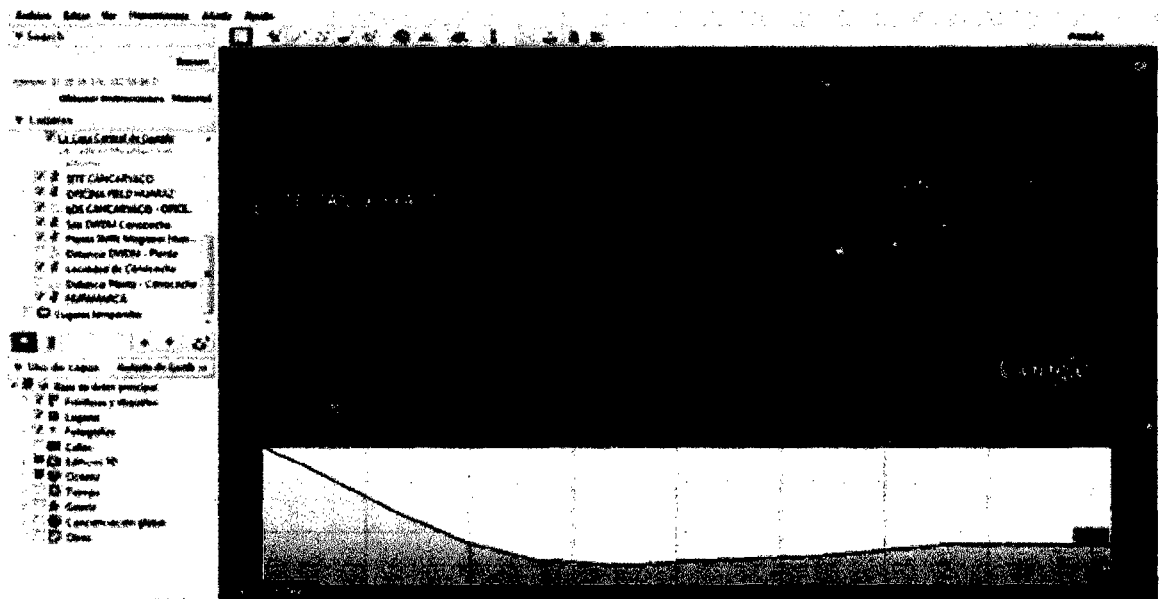


Figura 1.5: Puntos y LOS en Google Earth.

Se calcula una distancia aproximada de 600 metros en línea de vista sin obstáculos.

1.3. Justificación

Este proyecto busca diseñar una red de acceso que, de ser implementada, mejoraría el proceso de atención de averías en la red celular Claro de Huaraz; permitiendo al personal del área de Redes acceder a la Red Interna de Claro y desde ahí realizar gestión y supervisión de manera remota a cada estación base en la zona, facilitando la detección temprana de problemas y su solución oportuna.

Con las mejoras proyectadas se podría, en algunos casos, atender problemas de manera inmediata o hacer seguimiento continuo de las alarmas presentes en cada estación hasta su solución; a fin de reducir los tiempos de respuesta ante averías y optimizar recursos tales como personal, equipos de respaldo y repuestos, que generalmente resultan ser un recurso muy limitado.

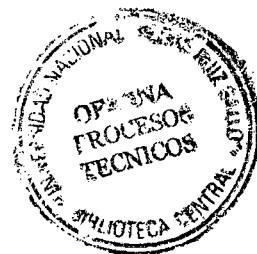
1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Disñar y simular una red de acceso LAN con agregación por microondas en las oficinas del área de Redes de Claro con el software Cisco Packet Tracer y Radio Mobile, para mejorar el proceso de atención de averías de la Red Celular de la ciudad de Huaraz.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Diseñar un enlace microondas entre las oficinas de Redes Claro de Huaraz y la estación base celular Cancaryaco.
- Diseñar el cableado estructurado de una Red LAN para las oficinas de Redes de Claro Huaraz.
- Simular una Red de Acceso LAN con agregación por enlace microondas mediante software.



Capítulo 2

Marco Teórico

2.1. Redes de Agregación

Se conoce como Red de Agregación, Red de Transporte o Red Troncal a los medios de transporte de datos, guiados y no guiados, destinados a concentrar el tráfico de información proveniente de las redes de acceso para trasladarlo a puntos distantes.

Tradicionalmente su arquitectura y sus características particulares estaban subordinadas al tipo de información que se deseaba transportar y a las características de las redes de acceso utilizadas. Así, por ejemplo, existen redes de transporte de señal de televisión (para el servicio convencional de difusión de televisión), redes de transporte de televisión por cable, múltiples tipos de redes de transporte de datos dependientes del servicio de datos en cuestión, redes de transporte de telefona fija y redes de transporte de comunicaciones móviles. Sin embargo, la llegada de la digitalización comenzó un proceso de convergencia en las redes de transporte para hacerlas potencialmente capaces de transportar cualquier tipo de información, independientemente de su origen. A lo largo de este proceso han ido apareciendo una serie de tecnologías digitales para su aplicación en el transporte: X25, Frame Relay, SDH, ATM, cada una de ellas orientada inicialmente a solventar problemas específicos en arquitecturas específicas de transporte y que han tenido diferentes períodos de éxito y decadencia.

La llegada de la conmutación de paquetes y del paradigma de Internet, con el éxito de los protocolos IP como la base del transporte masivo de datos, introdujo una nueva cuestión al plantear si las redes de transporte debían o no tener un grado significativo de inteligencia en su núcleo central o si esta inteligencia se debía encontrar en los bordes de la red de transporte. La cuestión es muy relevante pues se pretende que las nuevas redes de transporte sean lo más transparentes posibles frente al despliegue de nuevas aplicaciones de interés para los usuarios, es decir, que sean válidas para cualquier nueva aplicación sin cambios significativos y sobre todo sin inversiones y retardos que puedan impedir cumplir las expectativas de los usuarios.[32]

2.1.1. Tipos de Redes de Agregación

Las clasificaciones de las redes de datos pueden hacerse según diferentes contextos, como:

Según el Medio de Transmisión

Por Medios Guiados Los medios de transmisión guiados están constituidos por cables que se encarga de la conducción de las señales desde un extremo al otro.

Las principales características de los medios guiados, como la velocidad máxima de transmisión, las distancias máximas que puede ofrecer entre repetidores, la inmunidad frente a interferencias electromagnéticas, la facilidad de instalación, la capacidad de soportar diferentes tecnologías de nivel de enlace y la longitud máxima posible, varía según el tipo de conductor utilizado.

Características de medios guiados La velocidad de transmisión depende también de la distancia entre los terminales, y de si el medio es utilizado para realizar un enlace punto a punto o un enlace multipunto. Debido a esto los diferentes medios de transmisión tendrán diferentes velocidades de conexión que se adaptarán a usos dispares.

Dentro de los medios de transmisión guiados, los más utilizados en el campo de las comunicaciones son:

- **Par trenzado:** Consiste en un par de hilos de cobre conductores cruzados entre sí, con el objetivo de reducir el ruido de diafonía. A mayor número de cruces por unidad de longitud, mejor comportamiento ante el problema de diafonía. Existen dos tipos de par trenzado:
 - **No protegido: Unshielded Twisted Pair (UTP):** Es un cable de pares trenzados y sin recubrimiento metálico externo, de modo que es sensible a las interferencias. Es importante guardar la numeración de los pares, ya que de lo contrario el efecto del trenzado no será eficaz, disminuyendo sensiblemente o incluso impidiendo la capacidad de transmisión. Es un cable barato, flexible y sencillo de instalar. Las aplicaciones principales en las que se hace uso de cables de par trenzado son:
 - *Bucle de abonado:* Es el último tramo de cable existente entre el teléfono de un abonado y la central a la que se encuentra conectado. Este cable suele ser UTP Cat.3 y en la actualidad es uno de los medios más utilizados para transporte de banda ancha.

- **Redes LAN:** En este caso se emplea UTP Cat.5 o Cat.6 para transmisión de datos, consiguiendo velocidades de varios centenares de Mbps.
- **Protegido: Shielded Twisted Pair (STP).** Combina las técnicas de blindado y de trenzado de cables. Si se instala correctamente brinda una resistencia excelente ante la interferencia electromagnética con la interferencia de radio frecuencia, sin que aumente el peso o tamaño del cable. Este tipo de cable debe estar conectado a tierra en uno de sus extremos, de lo contrario puede representar una fuente de problemas, ya que permite que el blindaje actúe como antena, absorbiendo señal de otros cables y de fuente de ruidos eléctrico proveniente del exterior del cable. Puede tenderse por tan grandes distancias como otros medios de networking sin realizar ampliaciones.
- **Cable coaxial:** Se compone de un hilo conductor, llamado núcleo, y una malla externa separados por un protector dieléctrico.
- **Fibra Óptica:** Es un enlace hecho con un hilo muy fino de material transparente de pequeño diámetro y recubierto de un material opaco que evita que la luz se disipe. Por el núcleo, generalmente de vidrio o plásticos, se envían pulsos de luz, no eléctricos. Hay dos tipos de fibra óptica.
 - **Fibra Monomodo** En la fibra monomodo sólo se propaga un modo de luz, la luz sólo viaja por un camino. El diámetro del núcleo es más pequeño (menos de $5\ \mu\text{m}$).
 - **Fibra Multimodo** En la fibra multimodo la luz puede circular por más de un camino pues el diámetro del núcleo es de aproximadamente $50\ \mu\text{m}$. [31]

Por Medios No Guiados Son aquellos que no confinan las señales mediante ningún tipo de cable; las cuales se propagan libremente a través del medio (el aire o el vacío), en forma de ondas electromagnéticas.

Una onda presenta dos características principales: frecuencia (f) y longitud de onda (λ), ambas se encuentran relacionadas por la expresión que define la velocidad de propagación en el medio, en el caso particular, las ondas electromagnéticas pueden

viajar a la velocidad de la luz ($c = 3 * 10^8 m/s = \lambda.f$) considerándose la velocidad de propagación de una onda en el vacío.

Debido a la gran cantidad de ondas electromagnéticas que viajan a través del espacio constantemente, cada una de ellas con características propias según la aplicación que las requiera, se ha visto la necesidad de clasificar éstas ondas según rangos de frecuencias estableciéndose con ello divisiones acordes con cada aplicación según sea el caso definidas por organismos de normalización o estandarización.[22]

En la tabla 2.1, las ondas se clasifican según el rango de frecuencias de trabajo.

Banda de Frecuencia	Nombre	Modulación	Razon de Datos	Aplicaciones Principales
30 – 300KHz	LF(low frequency)	ASK, FSK MSK	0, 1 – 100bps	Navegación
300 – 3000KHz	MF(medium frequency)	ASK, FSK, MSK	10 – 1000bps	Radio AM Comercial
3 – 30MHz	LF(high frequency)	ASK, FSK, MSK	10 – 3000bps	Radio de Onda Corta
30 – 300MHz	VHF(very high frequency)	FSK, PSK	Hasta 100Kbps	Televisión VHF, Radio FM
300 – 3000MHz	UHF(ultra high frequency)	PSK	Hasta 10Mbps	Televisión VHF, Microondas Terrestres
3 – 30GHz	SHF(super high frequency)	PSK	Hasta 100Mbps	Microondas Terrestres y por Satélite
30 – 300GHz	EHF(extremely high frequency)	PSK	Hasta 750Mbps	Enlaces cercanos con punto a punto experimentales

Cuadro 2.1: Rango de Frecuencias y Aplicaciones Principales

La transmisión y recepción en la comunicación por medios no guiados se hace mediante antenas. Una antena es un dispositivo constituido por un conductor metálico

capaz de radiar y capturar ondas electromagnéticas. Se utiliza convencionalmente para acoplar líneas de transmisión con el espacio libre, acoplando la energía de un transmisor y un receptor a la atmósfera terrestre.

Una antena es capaz de convertir energía eléctrica en ondas electromagnéticas y viceversa. Una guía de onda es una línea de transmisión especial utilizada para interconectar una antena con un transceptor facilitando con ello el trabajo con ondas electromagnéticas.

Una definición mucho más técnica, establecida por el Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), define una antena como aquella parte de un sistema transmisor o receptor diseñada específicamente para radiar o recibir ondas electromagnéticas (IEEE Std. 145-1983).[22]

A la hora de transmitir, la antena irradia energía electromagnética en el medio; durante la recepción la antena capta las ondas electromagnéticas del medio que la rodea.

La misión de la antena es irradiar la potencia que se le suministra con las características de direccionalidad adecuadas según su aplicación. Por ejemplo, en radiodifusión o comunicaciones móviles se acostumbra el uso de antenas que permitan irradiar una zona en forma omnidireccional, pudiendo la señal ser recibida por varias antenas, caso contrario a las aplicaciones orientadas a las radiocomunicaciones fijas en donde se busca que la radiación sea enfocada hacia un solo sentido, es decir, requieren el uso de antenas direccionales.

■ Características de las Antenas:

Entre las principales características de las antenas podemos encontrar:

- **Ganancia** Para comprender la idea de ganancia de las antenas primero debemos entender un concepto básico:
 - **Antena Isotrópica** Es la que irradia (o recibe) desde todas las direcciones con la misma intensidad. Aunque es físicamente irrealizable, el concepto de antena isotrópica se utiliza como modelo de comparación con las antenas reales. Como irradia con igual eficacia en todas direcciones, decimos que su diagrama o patrón de radiación es una esfera. Un ejemplo de lo que se aproxima a una antena isotrópica es la luz

producida por un bombillo, que se proyecta en todas direcciones con la misma intensidad, excepto en la base del bombillo.

Definimos a la ganancia de una antena dada como el cociente entre la cantidad de energía irradiada en la dirección preferencial de esta y la que irradiara una antena isotrópica alimentada por el mismo transmisor. Este número lo expresamos en decibelios con relación a la isotrópica y por ende se denota en dBi.

Las antenas inalámbricas no son diseñadas para difundir la energía en todas direcciones en cambio se diseñan para dirigir la señal total de radio en el área a la cual aspiramos a proveer de cobertura.

La ganancia de antena es una manera de medir cuán directiva es una antena, en comparación con una antena isotrópica. Entre más grande sea la ganancia de una antena, esta es más directiva y el haz de radio es más angosto.

Es muy importante entender que las antenas son elementos pasivos que no amplifican la señal de radio. Las antenas sólo concentran la señal en cierta dirección. Cuando se usa como transmisora la antena es responsable de dirigir la potencia del radiotransmisor en una cierta dirección; cuando actúa como receptora la antena colecta la potencia de radio que le envió el receptor, sin embargo en la planificación de enlace de radio, son consideradas como una "Ganancia" de la señal de radio.

Si una antena tiene una ganancia de 3 dBi en cierta dirección, quiere decir que la potencia transmitida o recibida en esa dirección es equivalente a la potencia que será transmitida o recibida por una antena isotrópica que usa el doble de la potencia en el radiotransmisor.

La ganancia de una antena es el producto de la directividad (determinada exclusivamente por factores geométricos) y la eficiencia de la antena, que depende del material de la que está construida y de las imperfecciones de manufactura. La eficiencia de la antena se suele expresar con la letra griega eta " η " y varía normalmente entre 40 % y 60 %.

- **Diagrama de Radiación** El diagrama de radiación o patrón de radiación es una gráfica de la potencia de la señal transmitida en función del ángulo

espacial, en ellos podemos apreciar la ubicación de los lóbulos laterales y traseros, los puntos en los cuales no se irradia potencia (NULOS) y adicionalmente los puntos de media potencia.

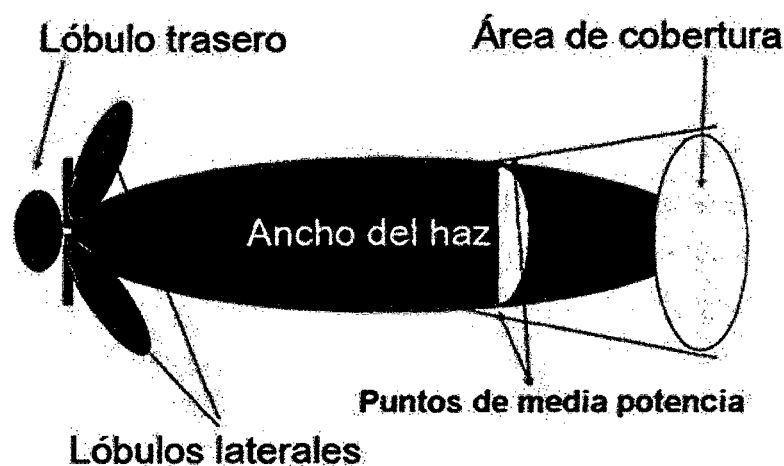


Figura 2.1: Diagrama de Radiación

Los diseñadores de antenas se esmeran por reducir al mínimo los lóbulos secundarios, laterales y traseros ya que generalmente son perjudiciales, esto se logra mediante la modificación de la geometría de la antena. Desde el punto de vista formal, el campo electromagnético producido por una antena a gran distancia corresponde a la transformada de Fourier en dos dimensiones de la distribución de cargas eléctricas en la antena.

Los diagramas de radiación son volúmenes y como tal se representan en forma tridimensional, en la figura 2.2 podemos ver dos diagramas de radiación, en la misma observamos que se ha representado la intensidad mínima por el color rojo y la máxima con el color azul.

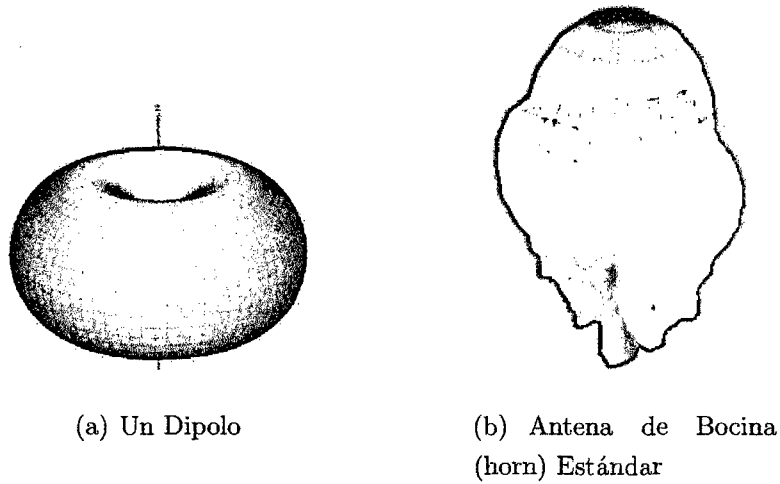


Figura 2.2: Diagramas de Radiación

Normalmente los diagramas de radiación se representan de forma bidimensional en dos planos, el vertical y el horizontal, estos planos son presentados en coordenadas rectangulares o en coordenadas polares como se muestra a continuación:

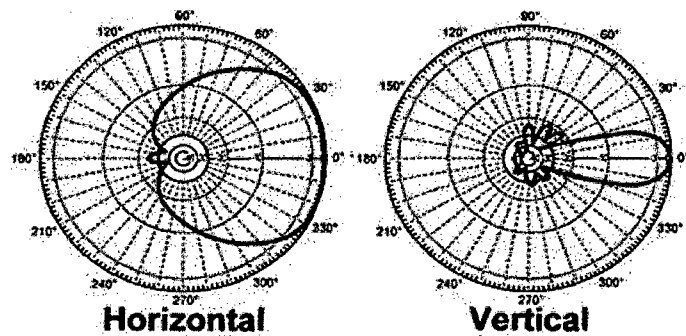


Figura 2.3: Representación de un Diagrama de Radiación en Coordenadas Polares

Cuando el diagrama corresponde al esquema de intensidad de campo

eléctrico (E) o densidad de potencia (P) se denomina gráfica de radiación absoluta, en donde se considera que la potencia es fija y la variable de cambio es la distancia; en caso contrario se denomina radiación relativa en la cual la potencia será variable y la distancia será fija.

- **Ancho del Haz** El ancho del haz (beamwidth) es el ángulo subtendido por la radiación emitida entre los puntos en que la potencia disminuye a la mitad, (3 dB) respecto a la radiación máxima.



Figura 2.4: Puntos de Media Potencia

Usando el diagrama de radiación en la figura 2.4, podemos determinar la cobertura espacial donde la antena ofrece buena cobertura. El ángulo entre los puntos de media potencia es conocido como ancho del haz o “beamwidth” en inglés y se define tanto para el plano horizontal como para el plano vertical. Sólo en el caso de una antena con simetría circular perfecta ambos ángulos son iguales. Existe una relación inversa entre la ganancia y la extensión de la cobertura: una antena de alta ganancia tendrá una anchura de haz muy pequeña.

- **Impedancia de Entrada** Es el cociente entre el voltaje aplicado a los terminales de entrada y la corriente resultante. En general tiene una parte resistiva y otra parte reactiva. Para máxima transferencia de potencia la impedancia de la antena debe estar acoplada a la de la línea de transmisión que la alimenta. La calidad del acoplamiento se mide en términos de la relación de onda estacionaria, VSWR (Voltage Standing Wave Ratio). Idealmente la relación entre las impedancias resistiva y reactiva debería ser la unidad, las impedancias serían exactamente iguales. Cuando excede

de 2 empieza a haber problemas, Si es mayor que 3 el transmisor sufre peligro e implica desperdicio de mucha potencia.

Cuando una antena es conectada a un transmisor, lo que se busca es lograr radiar el máximo de potencia posible con un mínimo de pérdidas en ella. Para lograrlo, la antena y el transmisor deben acoplarse de tal forma que permita realizar una máxima transferencia de potencia.

Para medir la potencia radiada por una antena es importante conocer su impedancia, la cual es medida a la entrada de la antena y es definida como impedancia de entrada (Z_{EN}) mediante relaciones tensión-corriente en ese punto.

La impedancia de una antena se define como la relación entre la tensión y la corriente en sus terminales de entrada. Dicha impedancia es en general compleja, con lo cual presentará una componente real (R) o Resistiva y una componente imaginaria (X) o Reactiva, en donde ambas dependen de la frecuencia.

El punto de la antena donde se conecta la línea de transmisión se denomina Terminal de entrada o simplemente punto de alimentación.

$$Z_{EN} = \frac{V_{EN}}{I_{EN}} \quad (2.1)$$

La impedancia de entrada es un parámetro de gran trascendencia, debido a que es la encargada de regir las tensiones que se deben aplicar para obtener determinados valores de corriente en la antena y, en consecuencia, una determinada potencia radiada. Si la parte reactiva es grande, hay que aplicar tensiones elevadas para obtener corrientes apreciables; si la resistencia de radiación es baja, se requieren elevadas corrientes para tener una potencia radiada importante.

La impedancia que ve el transmisor debe ser igual a su impedancia de salida, de otra manera se produce una onda reflejada que no sólo disminuye la señal efectivamente irradiada, sino que puede llegar a dañar al transmisor si es muy elevada.

- **Polarización** Cuando se habla de polarización de una antena, se hace referencia a la orientación del campo eléctrico que se irradia de ella. Las antenas pueden polarizarse linealmente (Polarización horizontal y vertical), elípticamente o circularmente. Cabe recordar que, una onda electromagnética contiene un campo eléctrico y uno magnético perpendiculares entre sí.

La polarización de una onda electromagnética plana no es más que la orientación del vector de campo eléctrico con respecto a la superficie de la tierra es decir respecto al horizonte. Si la polarización permanece constante se denomina polarización lineal; si el campo eléctrico se propaga en dirección paralela a la superficie de la tierra se dice que la onda está polarizada horizontalmente. Por otra parte, si el campo eléctrico se propaga perpendicularmente a la superficie terrestre se dice que la onda está polarizada verticalmente.

Si el vector de polarización gira 360° a medida que la onda recorre una longitud de onda por el espacio y la intensidad de campo eléctrico es igual en todos los ángulos de polarización, se dice que la onda tiene polarización circular, sin embargo cuando la intensidad de campo eléctrico varía con cambios en la polarización se dice que es una polarización elíptica.

- **Cociente Entre la Ganancia del Lóbulo Principal y el Lóbulo Trasero** El "front to back ratio", o cociente entre la ganancia del lóbulo principal y el lóbulo trasero generalmente es expresado en dB. Es relevante cuando se utilizan repetidores para aumentar el alcance de un enlace, donde se quiere minimizar la potencia irradiada hacia atrás.
- **Pérdida de Retorno** La pérdida de retorno es una forma de expresar la desadaptación de impedancias. Es una medida logarítmica expresada en dB, que compara la potencia reflejada por la antena con la potencia entregada por el transmisor. Siempre existe cierta cantidad de energía que va a ser reflejada hacia el transmisor, pero una pérdida de retorno elevada implica un funcionamiento inadecuado de la antena.
- **Ancho de Banda** El ancho de banda consiste en el rango de frecuencias dentro del cual la antena funciona satisfactoriamente.

Al margen de sus características, las antenas pueden ser de diferentes tipos, variando según la aplicación para la que se utilicen y los parámetros de configuración y de sintonía propios del sistema de transmisión o recepción, en donde el fin principal es el de poder concentrar una cantidad de energía, lograr irradiarla y poder en algún instante detectar ésta energía en un punto distante y convertirla nuevamente en su forma original para realizar una tarea específica.[22]

■ Tipos de antenas

- **Dipolo Elemental** El doblete elemental o dipolo corto, es el tipo más sencillo de antena que existe; el termino corto significa que es inferior a media longitud de onda, aunque físicamente es difícil su construcción es útil para comprender antenas más prácticas.

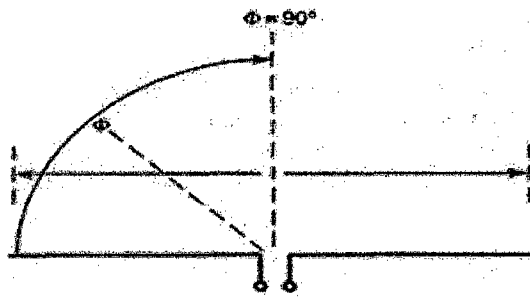


Figura 2.5: Antena Dipolo Elemental

- **Dipolo de Media Onda** El dipolo lineal de media onda es el tipo más común de antena para frecuencias superiores a 2 MHz también llamada antena de Hertz.

Este tipo de antena es una antena resonante, esto significa, que tiene un múltiplo de cuartos de longitud de onda de largo y un circuito abierto en los extremos lejanos.

En éste tipo de antena, cada polo es visto como un tramo correspondiente a una línea de transmisión de un cuarto de longitud de onda, presentándo-

se en él máximos de voltaje y corriente en sus extremos y valores mínimos en la parte media. De acuerdo con lo anterior, su impedancia varía, obteniéndose un valor máximo en los extremos aproximadamente de 2500Ω hasta un valor mínimo ubicado en el punto de alimentación entre 68Ω y 70Ω .

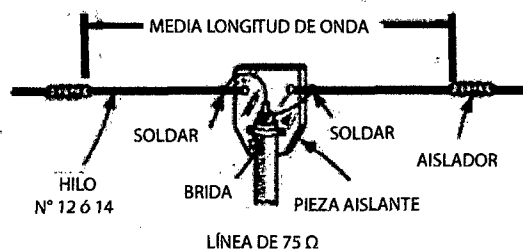


Figura 2.6: Antena Dipolo de Media Onda

- **Antena Monopolo o Antena de Marconi** Consiste en un tipo de antena de un cuarto de longitud de onda de largo, colocada en posición vertical, en donde uno de sus extremos se encuentra conectado a tierra o en forma directa al suelo. Sus características son muy semejantes a las de la antena de dipolo de media onda, presentando máximos valores de corriente y voltaje en sus extremos, en particular, sobre el extremo aterrizado.

Las pérdidas en éste tipo de antenas se relacionan directamente con el tipo del terreno donde se encuentra la antena aterrizado, es decir, si el terreno es buen conductor (arcilloso) o mal conductor (arenoso), en donde para reducir las pérdidas es necesario implementar un sistema de polo a tierra mejorando la calidad y humedad del terreno a través de técnicas y materiales especiales.

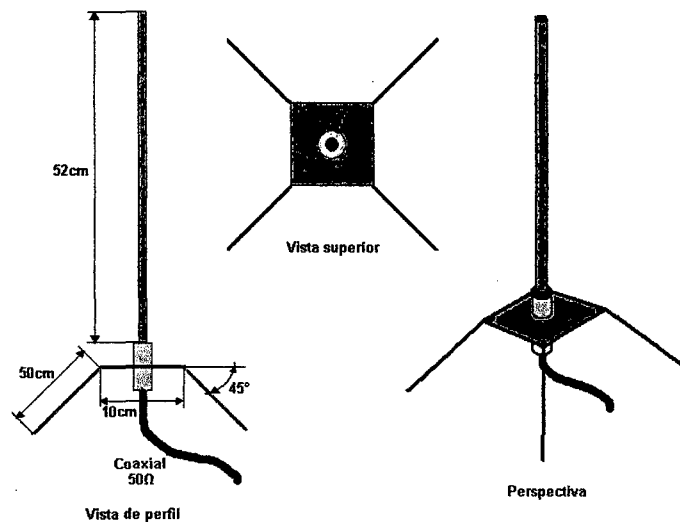


Figura 2.7: Antena Monopolo

- **Dipolo Doblado** Es un tipo de antena constituido por dos elementos, uno de ellos se alimenta en forma directa mientras que el otro presenta un acoplamiento inductivo en los extremos, cada elemento posee media longitud de onda de largo, la corriente de entrada es la mitad correspondiente a un dipolo básico de media onda y su impedancia básica es cuatro veces mayor, la impedancia de entrada de un dipolo doblado es igual a la impedancia de un dipolo de media onda (72Ω) multiplicado por la cantidad de alambres doblados elevado al cuadrado.

En esencia es una estructura formada por dos dipolos paralelos, cortocircuitados en su extremo. Uno de ellos se alimenta en el centro con un generador.

Una de las principales características del dipolo doblado es que permite un mayor ancho de banda que un dipolo básico de media onda con la posibilidad de aumentar el ancho de banda aumentando el diámetro de los elementos existentes en el dipolo. Se puede descomponer en el modo par o modo antena, con la misma alimentación en los dos brazos, y el modo impar o modo línea de transmisión, con dos generadores con signos

opuestos.

El dipolo doblado equivale a un dipolo simple con un transformador de relación de tensiones 2:1 conectado a su entrada. El circuito equivalente es dos impedancias en paralelo, de comportamiento reactivo opuesto (líneas de transmisión en cortocircuito y en circuito abierto). El ancho de banda del dipolo doblado es superior a la del dipolo simple, debido a que las reactancias se compensan. En conclusión, un dipolo doblado, equivale, desde el punto de vista de radiación a un dipolo simple con corriente de valor doble, e impedancia 4 veces mayor.

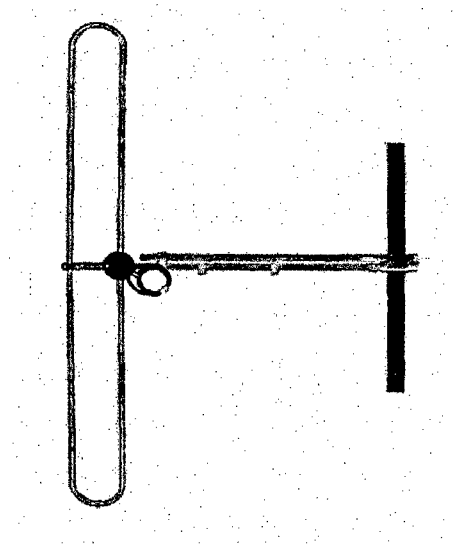


Figura 2.8: Antena Dipolo

- **Antena Yagui Uda** Es una de las antenas más populares la cual utiliza un dipolo doblado como elemento excitador. Esta constituida por un dipolo y dos o más elementos parasíticos, es decir, un reflector y dos o más directores.

La distancia entre los elementos comúnmente puede ser de 0.1 a 0.2 longitudes de onda, su directividad típica es de 7 a 9dB, se puede aumentar el ancho de banda aumentando el numero de dipolos doblados y su uso mas común es para recepción de señales de VHF comprendidas entre el

rango de 54 a 216 MHz.

El dipolo de media onda tiene una ganancia de apenas 2,1 dBi. Para alcanzar grandes distancias, el Ingeniero japonés Uda desarrolló una antena formada por un dipolo de media onda al que le añadió otro dipolo ligeramente más largo en la parte posterior que funge como reflector y varios dipolos de longitud ligeramente inferior que actúan como directores, contribuyendo a enfocar la energía en la misma dirección. Esta antena fue divulgada por el Profesor japonés Yagi en la década de los treinta y constituye uno de los modelos más populares por la facilidad de construcción. La ganancia de la antena se puede aumentar al incrementar el número de elementos directores, lo cual está limitado sólo por consideraciones mecánicas. En la banda de 2,4 GHz es fácil obtener ganancias de unos 14 dB.

Frecuentemente estas antenas son recubiertas por una envoltura denominada radome, transparente a las ondas electromagnéticas que le proporciona protección contra los elementos.

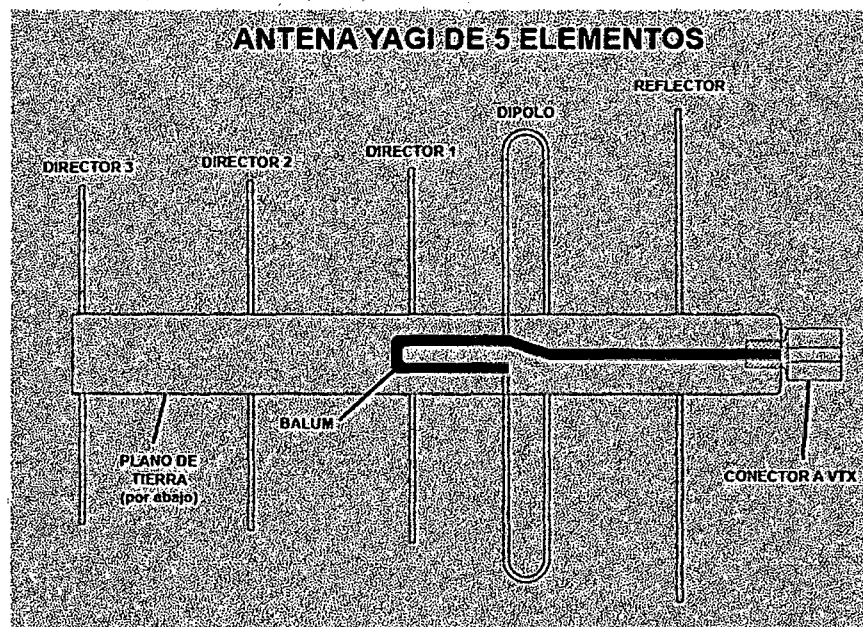


Figura 2.9: Antena Yagui-Uda

- **Antena de Torniquete** Consiste en una antena construida por dos dipolos cruzados de dos o más reflectores (yagui 2 + 2). Los dipolos deben ir desfasados 90° con un latiguillo de un 1/4 de onda de 90 Ω. Provocando con ello una distribución de potencia casi omnidireccional.

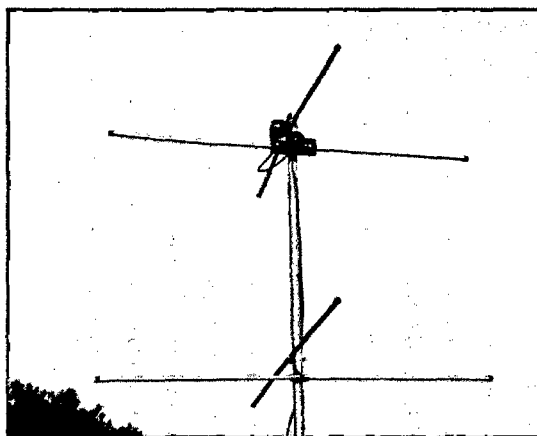


Figura 2.10: Antena Torniquete

- **Antena Log-Periódica** Este tipo de antenas se fundamenta en una estructura física repetitiva, provocando con ello un comportamiento repetitivo de sus características eléctricas. Esta constituida por varios dipolos de distinta longitud y distancia los cuales se alimentan de la misma fuente, la línea de transmisión se encuentra conectada en zigzag, las longitudes de sus dipolos y su distancia se relacionan de tal forma que los elementos adyacentes presentan una relación constante entre si, tal como lo muestra la siguiente expresión:

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{R_3}{R_2} = \frac{R_4}{R_3} = \frac{1}{\tau} = \frac{L_2}{L_1} = \frac{L_3}{L_2} = \frac{L_4}{L_3} \quad (2.2)$$

O en otras palabras:

$$\frac{1}{\tau} = \frac{R_N}{R_{N-1}} = \frac{L_N}{L_{N-1}} \quad (2.3)$$

Donde:

R = Distancia entre dipolos (metros)

L = Longitud de dipolo (metros)

τ = Relación de diseño

Los extremos de los dipolos se encuentran alineados formando un ángulo denominado α , en casos prácticos se considera $\alpha = 30^\circ$ y $\tau = 0,7$, donde τ se denomina relación de diseño.

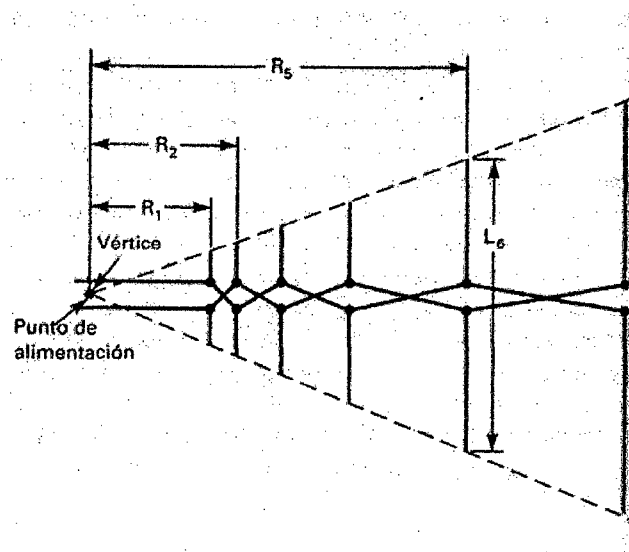


Figura 2.11: Esquema de Antena Log-Periódica

La impedancia de ésta antena no es constante, varía en forma periódica aunque no siempre describe funciones sinusoidales, ésta característica es observable cuando se grafica en función del logaritmo de la frecuencia; de allí surge el nombre de “log-periódica”.

La distribución de potencia, la directividad, la ganancia de la antena entre

otros factores importantes también presentan el mismo tipo de comportamiento. Para calcular la magnitud de un periodo de frecuencia-logarítmica depende de la relación de diseño y, si suceden dos máximos consecutivos en las frecuencias f_1 y f_2 , están relacionadas por la fórmula:

$$\log(f_2) - \log(f_1) = \log\left(\frac{f_2}{f_1}\right) = \log\left(\frac{1}{r}\right) \quad (2.4)$$

Con frecuencia, las antenas de TV anunciadas como de “alta ganancia” o “alto rendimiento” son antenas logarítmicas periódicas.

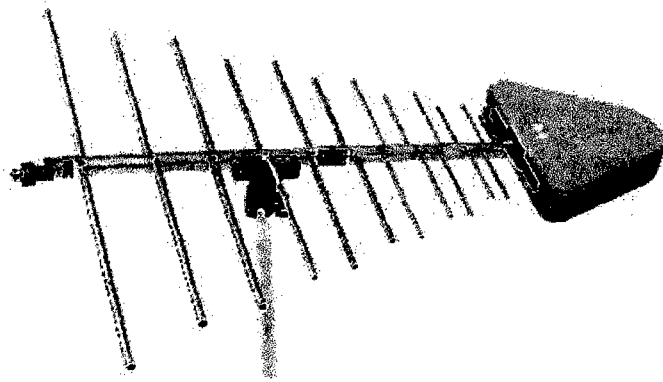


Figura 2.12: Antena Log-Periódica

- **Antena de Cuadro** Consiste en una bobina de una sola vuelta de alambre mucho más corto que una longitud de onda. Está rodeada por un campo magnético en ángulo recto con el alambre, la distribución de radiación es homogénea. Es utilizada comúnmente para aplicaciones de muy baja frecuencia, su polarización es lineal. Se utilizan para aplicación de comunicaciones móviles y su impedancia de radiación para una espira pequeña es:

$$R_r = \frac{31200A^2}{\lambda^4} \quad (2.5)$$

A = Área de la espira.

Sin embargo, en caso de que la antena presente más de una espira (para aplicaciones de muy baja frecuencia) la impedancia de radiación será igual a la impedancia de radiación de una vuelta multiplicada por el número de espiras.

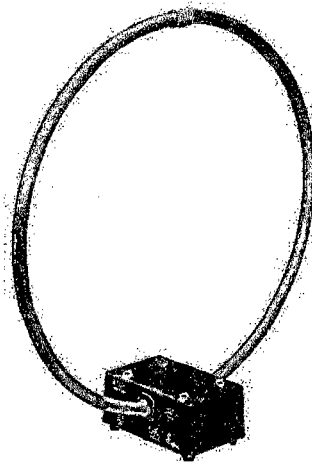


Figura 2.13: Antena de Cuadro

- **Antena Helicoidal** Es un tipo de antena de VHF y UHF de banda ancha, ideal en aplicaciones en donde se desea irradiar ondas electromagnéticas con polarización circular. Se puede utilizar como un solo elemento o se puede combinar para modificar los patrones de radiación y polarización, aumentando con ello la ganancia y disminuyendo el ancho de banda en el lóbulo primario. Con una antena helicoidal se presenta dos modos de propagación: normal y axial.

En el modo normal la radiación electromagnética es en ángulo recto con relación al eje de la hélice. En el modo axial la radiación va en dirección axial provocando una distribución de banda ancha relativamente direccional.

La ganancia de una antena helicoidal depende de varios factores tales como: diámetro de la hélice distancia entre vueltas, frecuencia de operación

y la cantidad de vueltas en la hélice, para antenas comunes se pueden encontrar desde 3 hasta 20 vueltas con ganancias de 15 a 20 dB.

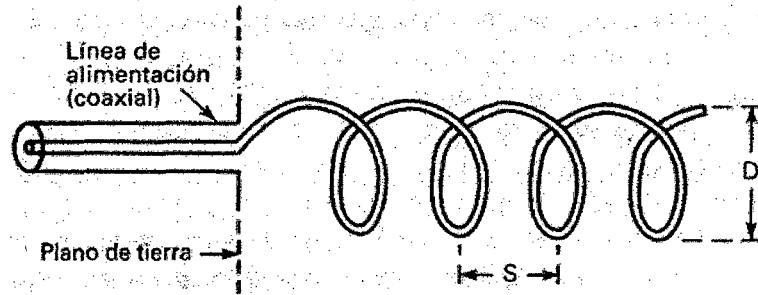


Figura 2.14: Esquema de Antena Helicoidal

La expresión que permite calcular la ganancia de una antena helicoidal es:

$$A_P(dB) = 10 * \log\left(15\left(\frac{\pi D}{\lambda}\right)^2\left(\frac{NS}{\lambda}\right)\right) \quad (2.6)$$

Donde:

$A_p(dB)$: Ganancia de potencia de la antena en dB.

λ : Longitud de Onda (metros / ciclo).

D: Diámetro de la boca de un reflector parabólico (metros).

N: Número de vueltas de la antena.

S: Paso o separación entre vueltas (metros).

Para calcular la abertura del haz a 3dB (potencia media) en una antena helicoidal se utiliza la siguiente ecuación:

$$\theta = \frac{52}{\left(\frac{\pi D}{\lambda}\right)\left(\sqrt{\frac{NS}{\lambda}}\right)} \quad (2.7)$$

θ = Abertura del haz entre puntos de media potencia (en grados).

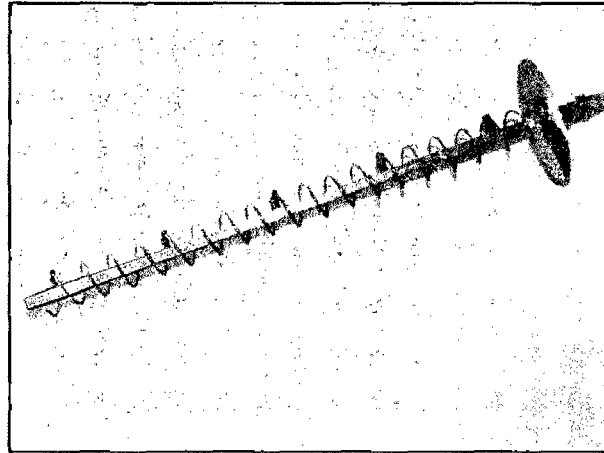


Figura 2.15: Esquema de Antena Helicoidal

- **Antenas Omnidireccionales** Las antenas omnidireccionales tienen un diagrama de radiación constante sobre los 360° en el plano, es decir un círculo. Por este motivo son muy utilizadas en estaciones bases, cuando se quiere cubrir todas las direcciones.

Tanto el dipolo de media onda como la antena de Marconi son omnidireccionales, pero su ganancia es muy reducida, por lo que para las estaciones bases se suele buscar antenas que ofrezcan mayor ganancia, las cuales se pueden construir combinando antenas elementales en lo que se conoce como “arreglos de dipolos”.

La ganancia de una antena omnidireccional de este tipo es de alrededor de 8 a 12 dBi. Son usadas para implementar enlaces punto a multipunto PMP (Point-to-Multipoint). “Se recomienda visualizar y analizar el ejemplo gráfico de una aplicación de un enlace PMP, utilizando antenas omnidireccionales”.

Son muy buenas para coberturas de 1 a 5 kilómetros, especialmente en combinación con antenas altamente directivas en las instalaciones del cliente. Obsérvese que la ganancia en el plano horizontal se obtiene dis-

minuyendo la radiación hacia arriba y hacia abajo.

Una característica interesante de esta clase de antena es que aunque irradian 360° en el plano horizontal, solamente proveen buena cobertura a los clientes que están dentro de $\pm 20^\circ$ en la vertical. Esto quiere decir que la antena, no podrá alcanzar clientes que están justo encima de o debajo de la torre.

Resulta útil enfatizar que un enlace Punto a Multipunto (PMP) es ideal para locaciones gubernamentales, municipalidades, operadores e ISPs inalámbricos que están implementando grandes hotzones y más aún redes inalámbricas que cubren toda la ciudad. Es también recomendable para campus universitarios y locaciones corporativas con numerosas edificaciones dispersadas sobre un área de tamaño significativo. Diseñado como un sistema integrado que es sencillo de instalar y no requiere cajas externas de protección, esto representa una solución económica para proyectos inalámbricos.

El enlace Punto a Multipunto puede funcionar como un segmento principal de red de banda ancha para locaciones hotspots, outdoor access points y switches DSL. Las compañías de telecomunicaciones encontrarán al enlace Punto a Multipunto atractivo porque puede ser usado para distribuir redes de fibra óptica y actuar como segmento principal de red de banda ancha para switches y routers DSL.

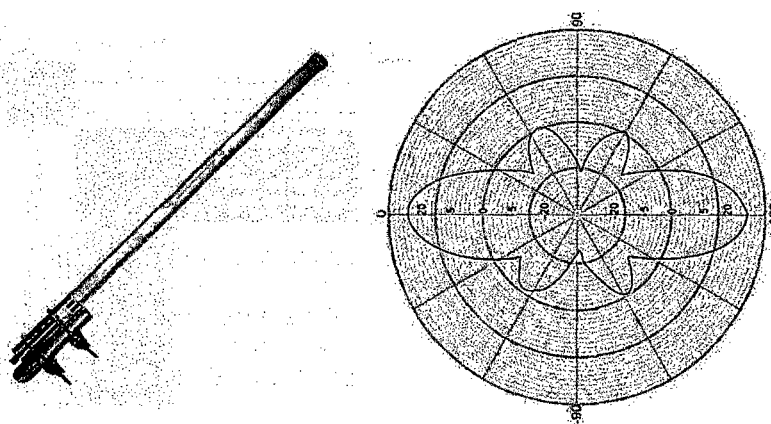


Figura 2.16: Antena Omnidireccional y Diagrama Vertical

- **Antenas Sectoriales** Las antenas sectoriales también se emplean en las estaciones bases, donde ofrecen ventajas adicionales como, mejor ganancia (a expensas de cubrir una zona más restringida) y posibilidad de inclinarlas para dar servicio a las zonas de interés. Combinando varias antenas sectoriales se puede dar cobertura en todo el plano horizontal, con mejor ganancia que la ofrecida por una omnidireccional, pero a mayor costo.

Normalmente, una antena sectorial tiene una ganancia más alta que las antenas Omnidireccionales (en el rango de 10 - 19 dBi). Este tipo de antena se usa generalmente para servir en radios de 15 km. Un valor común de ganancia para una antena sectorial es de 14 dBi para un ancho del haz horizontal de unos 90° y un ancho del haz vertical de 20° .

Una antena sectorial puede ser construida usando una antena omnidireccional y un reflector en forma de V.

El patrón de radiación vertical es muy similar a una antena omnidireccional, donde el ancho del haz es muy angosto normalmente no es mayor a 20° . Típicamente, una antena sectorial está montada en una torre alta, ligeramente inclinada para poder servir a un área justo debajo de ella.

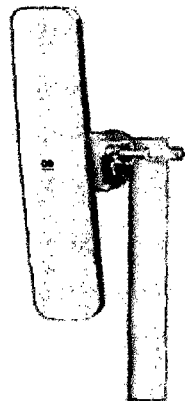


Figura 2.17: Antena Sectorial

- **Antena Plana** Son muy populares debido a que son visualmente poco impactantes. Este tipo de antenas consiguen ganancias de hasta 23 dBi y a menudo se pegan a la caja que contiene el radio, en un solo bloque.

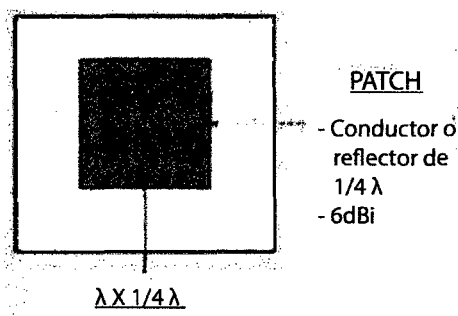


Figura 2.18: Antena Plana

- **Antenas para Microondas** .- Estas antenas trabajan en rangos de frecuencias desde 1 hasta 100 GHz.

Las antenas de microondas presentan tres características importantes: la eficiencia direccional, acoplamiento espalda con espalda y acoplamiento lado a lado.

La eficiencia direccional o relación de frente a espalda consiste en la relación de ganancia máxima en dirección delantera con respecto a la ganancia máxima en dirección trasera; este valor puede ser inferior a 20 dB y es fundamental para el momento de su diseño.

En el caso de los acoplamientos de lado a lado y espalda con espalda, indican las pérdidas por acoplamiento entre antenas se expresan en dB. Se recomienda que las pérdidas por acoplamiento sean altas para evitar que una señal de transmisión de una antena interfiera con una señal de recepción de otra antena.

Las antenas de microondas deben ser muy direccionales, deben enfocar su energía en un haz angosto el cual se puede dirigir hacia una antena receptora prácticamente a línea vista, permite aumentar varias veces la magnitud de la potencia irradiada a comparación de otro tipo de antenas en donde el tipo más común de antena tanto para transmisión como para recepción es el reflector parabólico.

- **Antena de Reflector Parabólico** Son antenas capaces de proporcionar ganancias y directividad de radiación extremadamente altas

usadas comúnmente para enlaces de radio y satélite.

Están constituidas por dos elementos principales: un reflector parabólico y un mecanismo de alimentación. Este mecanismo de alimentación comúnmente es un dipolo o una red de dipolos en donde se irradian las ondas electromagnéticas hacia el reflector el cual es el encargado de concentrar y direccionar todas las ondas individuales enfasadas entre sí.

El reflector parabólico se considera como el componente más importante de una antena parabólica, es semejante a un plato y la reflexión que produce depende de su construcción geométrica la cual es semejante a una parábola.

Para calcular la abertura del haz de una antena parabólica a potencia media (-3 dB) se utiliza la siguiente expresión:

$$\theta = \frac{70 * c}{f * D} = \frac{70 * \lambda}{D} \quad (2.8)$$

Donde:

θ : Abertura del haz entre puntos de mitad de potencia (grados).

λ : Longitud de onda (metros/ciclo).

D : Diámetro de la boca de un reflector parabólico (metro).

f : Frecuencia de operación (Hz).

c : Velocidad de propagación en el espacio libre ($3 * 10^8 m/s$).

Para grandes alcances, el reflector parabólico es el más utilizado porque permite obtener ganancias de hasta 30 dB a costos razonables. El reflector puede ser una lámina sólida o perforada, mientras las perforaciones no excedan una décima parte de la longitud de onda, su efecto en las prestaciones eléctricas de la antena no serán notables, siendo la resistencia al viento significativamente menor.

El diagrama de radiación de una antena parabólica es bastante similar al de una antena Yagi pero con un ángulo del servicio mucho más angosto. Debido a que la mayor parte de la energía de RF apunta

hacia un área de servicio muy pequeña, una antena parabólica es mucho más difícil de apuntar. Por consiguiente, la antena parabólica es más frágil al disturbio físico y mecánico, el viento es especialmente un problema comparado con una Yagui.[22]

Según la Dirección de la Comunicación

Simplex Este modo de transmisión permite que la información discorra en un solo sentido y de forma permanente. Con esta fórmula es difícil la corrección de errores causados por deficiencias de línea (por ejemplo, la señal de televisión).

Half Duplex o Semi Duplex En este modo la transmisión fluye en los dos sentidos, pero no simultáneamente, solo una de las dos estaciones del enlace punto a punto puede transmitir. Este método también se denomina en dos sentidos alternos (por ejemplo, el walkie-talkie).

Full Duplex o duplex Completa Permite utilizar canales de envío y recepción simultáneos, la comunicación es posible en los dos sentidos, es decir, que las dos estaciones simultáneamente pueden enviar y recibir datos y así pueden corregir los errores de manera instantánea y permanente (por ejemplo, el teléfono).[31]

2.1.2. Protocolos de comunicación

Jerarquía digital Plesiócrona (PDH: Plesiochronous Digital Hierarchy)

Es una tecnología que permite enviar varios canales de comunicación sobre un mismo medio; ya sea cable coaxial, radio o microondas, usando técnicas de multiplexación por división de tiempo y equipos digitales de transmisión. También puede enviarse sobre fibra óptica, aunque no está diseñado para ello.

El término plesiócrono se deriva del griego plesio (cercano) y chronos (tiempo), y se refiere al hecho de que las redes PDH funcionan en un estado donde las diferentes partes de la red están casi, pero no completamente sincronizadas. La tecnología PDH, por ello, permite la transmisión de flujos de datos que, nominalmente, están funcionando a la misma velocidad (bit rate), pero permitiendo una cierta variación

alrededor de la velocidad nominal gracias a la forma en la que se construyen las tramas.

La ITU-T define en la G.701 que dos señales digitales que tengan la misma velocidad nominal $V(\text{bit/s})$, que mantengan sus desviaciones máximas respecto a esta cadencia dentro de límites especificados $\pm\Delta V(\text{bit/s})$ y que no provengan del mismo reloj son señales digitales plesiócronicas.

Existen tres estándares distintos de PDH: el europeo, el norteamericano y el japonés. La jerarquía europea usa la trama descrita en la norma G.732 de la UIT-T mientras que la norteamericana y la japonesa se basan en la trama descrita en G.733. Al ser tramas diferentes habrá casos en los que para poder unir dos enlaces que usan diferente norma haya que adaptar uno al otro, en este caso siempre se convertirá la trama al usado por la jerarquía europea.

Nivel	Norteamérica			Europa			Japón		
	Circuitos	kbit/s	Nombre	Circuitos	kbit/s	Nombre	Circuitos	kbit/s	Nombre
1	24	1544	(T1)	30	2048	(E1)	24	1544	(J1)
2	96	6312	(T2)	120	8448	(E2)	96	6312	(J2)
3	672	44736	(T3)	480	34368	(E3)	480	32064	(J3)
4	4032	274176	(T4)	1920	139264	(E4)	1440	97728	(J4)

Cuadro 2.2: Estándares de PDH

Limitaciones de la PDH El proceso de justificación por una parte, y por otra el hecho de que la temporización vaya ligada a cada nivel jerárquico, hace que en la práctica sea imposible identificar una señal de orden inferior dentro de un flujo de orden superior sin demultiplexar completamente la señal de línea. Uno de los mayores inconvenientes de la demultiplexación plesiócrona es que una vez formada la señal múltiplex, no es posible extraer un tributario concreto sin demultiplexar completamente la señal. Supongamos por ejemplo que tenemos un flujo de 140Mbit/s , y que en un punto intermedio deseamos extraer un canal a 2Mbit/s ; es necesario para ello recurrir a las voluminosas y rígidas cadenas de demultiplexación.

Las diferentes jerarquías plesiócronicas existentes: americana, europea y japonesa, hacen muy difícil el interfuncionamiento. La escasa normalización ha conducido a que los códigos de línea, la modulación o las funciones de supervisión, sean específicas de

cada suministrador, de forma que equipos de diferentes fabricantes son incompatibles entre sí. [30]

Jerarquía Digital Síncrona (SDH: Synchronous Digital Hierarchy)

La revolución de los sistemas de transmisión, como consecuencia de la utilización de la fibra óptica como medio de transmisión, así como de la necesidad de sistemas más flexibles y que soporten anchos de banda elevados. La trama básica de SDH es el *STM-1* (*Synchronous Transport Module level 1*), con una velocidad de *155Mbps*.

Ventajas de SDH La SDH presenta una serie de ventajas respecto a la jerarquía digital plesiócrona (PDH). Algunas de estas ventajas son:

- El proceso de multiplexación es mucho más directo. La utilización de punteros permite una localización sencilla y rápida de las señales tributarias de la información.
- El procesamiento de la señal se lleva a cabo a nivel de STM-1. Las señales de velocidades superiores son síncronas entre sí y están en fase por ser generadas localmente por cada nodo de la red.
- Las tramas tributarias de las señales de línea pueden ser subdivididas para acomodar cargas plesiócronas, tráfico ATM o unidades de menor orden. Esto supone mezclar tráfico de distinto tipo dando lugar a redes flexibles.
- Compatibilidad eléctrica y óptica entre los equipos de los distintos proveedores gracias a los estándares internacionales sobre interfaces eléctricos y ópticos.

Desventajas de SDH

- Algunas redes PDH actuales presentan ya cierta flexibilidad y no son compatibles con SDH.
- Necesidad de sincronismo entre los nodos de la red SDH, se requiere que todos los servicios trabajen bajo una misma referencia de temporización.

- El principio de compatibilidad ha estado por encima de la optimización de ancho de banda. El número de Bytes destinados a la cabecera de sección es demasiado grande, lo que nos lleva a perder eficiencia. [11]

Modo de Transferencia Asíncrona (ATM: Asynchronous Transfer Mode)

Es una tecnología para generar redes de alta capacidad y respuesta para permitir el tráfico de grandes cantidades de información. A fin de aprovechar al máximo la capacidad de los sistemas de transmisión, sean estos de cable o radioeléctricos, la información no es transmitida y conmutada a través de canales asignados en permanencia, sino en forma de cortos paquetes (celdas ATM) de longitud constante y que pueden ser enrutadas individualmente mediante el uso de los denominados canales virtuales y trayectos virtuales.

El método de transmisión ATM (Asynchronous Transfer Mode) consta de celdas de tamaño fijo de 53 bytes, los cuales conforman 5 bytes de header y 48 bytes de payload (carga útil de la celda). Diferentes flujos de información, de características distintas en cuanto a velocidad y formato, son agrupados en el denominado Módulo ATM para ser transportados mediante grandes enlaces de transmisión. Estas tramas se multiplexan y pueden ser transportadas por redes de tipo SDH (Synchronous Digital Hierachy) para norma europea y PDH para norma americana.

Las velocidades de transmisión de ATM más frecuentemente usadas son STM1 u OC3 (SDH, PDH respectivamente) que son $155,2\text{Mbits/s}$. Esta velocidad se puede transmitir tanto por fibra óptica como por cable del tipo STP5 y velocidades mayores solo transmisibles por fibra de *STM4 – OC12* que son $622,5\text{Mbits/sec}$, *STM16 – OC48* que son $2,5\text{Gbits/sec}$ y una sobremultiplexación (canalización) en *STM64 – OC192* de casi 10Gbits/sec .

Toda las transmisiones de ATM contienen parámetros de QoS (Quality of Service), ToS (Type of Service), conformance y muchos parámetros más para asegurar la transmisión.

Perspectiva de la Tecnología ATM El ATM fue la apuesta de la industria tradicional de las telecomunicaciones por las comunicaciones de banda ancha. Se planteó como herramienta para la construcción de redes de banda ancha (B-ISDN)

basadas en conmutación de paquetes en vez de la tradicional conmutación de circuitos. El despliegue de la tecnología ATM no ha sido el esperado por sus promotores. Las velocidades para las que estaba pensada (hasta 622Mbps) han sido rápidamente superadas; no está claro que ATM sea la opción más adecuada para las redes actuales y futuras, de velocidades del orden del gigabit. ATM se ha encontrado con la competencia de las tecnologías provenientes de la industria de la Informática, que con proyectos tales como la VoIP parece que ofrecen las mejores perspectivas de futuro.

En la actualidad, ATM es ampliamente utilizado allá donde se necesita dar soporte a velocidades moderadas, como es el caso de la ADSL, aunque la tendencia es sustituir esta tecnología por otras como Ethernet que está basada en tramas de datos. [32]

2.1.3. Modulación

Se denomina modulación, a la operación mediante la cual ciertas características de una onda denominada portadora, se modifican en función de otra denominada moduladora, que contiene información, para que esta última pueda ser transmitida. También podemos decir, que la Modulación es una técnica empleada para modificar una señal con la finalidad de posibilitar el transporte de informaciones a través de un canal de comunicación y recuperar la señal en su forma original en la otra extremidad.[1]

Modulación engloba el conjunto de técnicas que se usan para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda sinusoidal. Estas técnicas permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información en forma simultánea además de mejorar la resistencia contra posibles ruidos e interferencias. Según la American National Standard for Telecommunications, la modulación es el proceso, o el resultado del proceso, de variar una característica de una onda portadora de acuerdo con una señal que transporta información. El propósito de la modulación es sobreponer señales en las ondas portadoras.[29]

La modulación puede diferenciarse en:

Modulación Analógica

Se realiza a partir de señales analógicas de información, por ejemplo la voz humana, audio y video en su forma eléctrica.

De Modulación analógica encontramos los siguientes tipos:

- **Modulación de Amplitud.-** Es el proceso de cambiar la amplitud de una portadora de frecuencia relativamente alta de acuerdo con la amplitud de la señal modulante (información).

Con la modulación de amplitud, la información se imprime sobre la portadora en la forma de cambios de amplitud.[9]

- **Modulación Angular.-** En las modulaciones angulares, como su propio nombre indica, es la fase (o frecuencia) de la portadora la que es modulada, y no la amplitud.[33]

La modulación angular tiene dos variantes: modulación de frecuencia (FM) y modulación de fase (PM). En ambos casos, la amplitud de la portadora se mantiene constante. Por esta razón a estos tipos de modulación se les designa también como de envolvente constante.[17]

Modulación Digital

Es un proceso mediante el cual se transforman los símbolos digitales en forma de onda adecuadas para la transmisión sobre un canal de comunicación.[1]

Existen dos tipos de Modulación digital:

- **Modulación PSK (Phase Shift Keying).-** Consiste en un procedimiento de la onda portadora en función de un bit de dato (0,1). Un bit 0 corresponde a la fase 0; en cuanto al bit 1, corresponde a la fase de $2\pi/n$. Por tanto, este ángulo está asociado con un dato al ser transmitido y con una técnica de codificación usada para representar un bit. Se caracteriza porque la fase de la señal portadora representa cada símbolo de información de la señal moduladora, con un valor angular que el modulador elige entre un conjunto discreto de “n” valores posibles. Esta modulación también se denomina “por desplazamiento” debido a los saltos bruscos que la moduladora digital provoca en los

correspondientes parámetros de la portadora. Un modulador PSK representa directamente la información mediante el valor absoluto de la fase de la señal modulada, valor que el demodulador obtiene al comparar la fase de esta con la fase de la portadora sin modular.

- **Modulación DPSK:** La modulación por desplazamiento diferencial de fase (DPSK, que viene de *differential phase shift keying*), es una alternativa para la modulación digital, donde la información binaria de la entrada está compuesta en la diferencia entre las fases de dos elementos sucesivos de señalización, y no en la fase absoluta.
- **Modulación BPSK:** Es la más sencilla de todas, puesto que solo emplea 2 símbolos, con 1 bit de información cada uno. Es también la que presenta mayor inmunidad al ruido, puesto que la diferencia entre símbolos es máxima (π o 180°). Dichos símbolos suelen tener un valor de salto de fase de 0° para el 1 y 180° para el 0. En cambio, su velocidad de transmisión es la más baja de las modulaciones de fase. La descripción matemática de una señal modulada BPSK es la siguiente:

$$s(t) = A * m(t) \cdot \cos(2\pi f_c t) \quad (2.9)$$

Donde:

$m(t) = 1$ para el bit 1 y $m(t) = -1$ para el bit 0

A : Amplitud de la portadora.

f_c : Frecuencia de la portadora.

- **Modulación MPSK (Multi-PSK):** En este sistema la fase de la señal portadora puede tomar secuencialmente N valores posibles separados entre sí por un ángulo definido por:

$$\theta = \frac{2\pi}{N} \quad (2.10)$$

Este es un caso de transmisión multinivel, donde la portadora tomará los N valores posibles de acuerdo a los niveles de amplitud de la señal moduladora.[1]

- **Modulación QAM (Quadrature amplitude modulation).**- La modulación de amplitud en cuadratura es una técnica de modulación digital en la que el mensaje está contenido tanto en la amplitud como en la fase de la señal transmitida. Se basa en la transmisión de dos mensajes independientes por un único camino. Esto se consigue modulando una misma portadora, desfasada 90° entre uno y otro mensaje. Esto supone la formación de dos canales ortogonales en el mismo ancho de banda, con lo cual se mejora en eficiencia de ancho de banda que se consigue con esta modulación.

Un sistema QAM M-ario supera el comportamiento de los sistemas de modulación PSK-M-arios para $M > 4$, en canales con ruido blanco, teniendo ambos características espectrales y de ancho de banda similares. Sin embargo, este comportamiento superior puede conseguirse únicamente si el canal está libre de no-linealidades, debido a las características de envolvente constante de los sistemas PSK.[13]

2.1.4. Línea de Vista

Es evidente la necesidad de visión directa (Line Of Sight, LOS) en sistemas inalámbricos que operan a frecuencias altas, pues de lo contrario se producen pérdidas que pueden llegar a ser importantes. Para modelar las pérdidas que se producen por la obstrucción del enlace radioeléctrico (Non Line Of Sight, NLOS) se utiliza el concepto de las llamadas zonas de Fresnel.

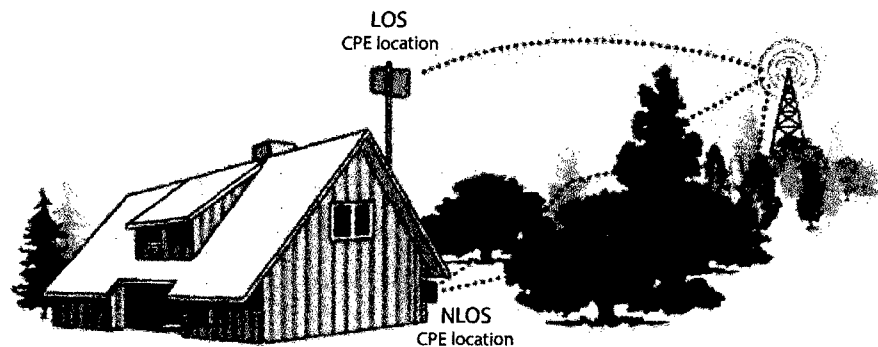


Figura 2.19: LOS & NLOS

Las zonas de Fresnel son unos elipsoides concéntricos que rodean al rayo directo de un enlace radioeléctrico y que quedan definidos a partir de las posiciones de las antenas transmisora y receptora. Tienen la propiedad de que una onda que partiendo de la antena transmisora, se reflejara sobre la superficie del elipsoide y después incidiera sobre la antena receptora, habría recorrido una distancia superior a la recorrida por el rayo directo en múltiplos de media longitud de onda. Es decir, la onda reflejada se recibiría con un retardo respecto al rayo directo equivalente a un desfase múltiplo de 180° . Precisamente este valor del múltiplo determina el n -ésimo elipsoide de Fresnel.

De este modo, la primera zona de Fresnel ($n = 1$) se caracteriza por el volumen interior al elipsoide con diferencia de distancias igual a una semilongitud de onda o diferencia de fases de 180° . Luego posibles reflexiones cerca del borde de la primera zona de Fresnel pueden causar atenuación, ya que la onda reflejada llegaría a la antena receptora en oposición de fase. Por lo tanto, durante la fase de planificación

del radioenlace debe asegurarse que la primera zona de Fresnel se encuentre libre de obstáculos, bien aumentando la altura de los mástiles de las antenas o bien situándolos en otra posición del edificio. Evidentemente, una obstrucción completa de la zona de Fresnel produciría pérdidas todavía mayores.

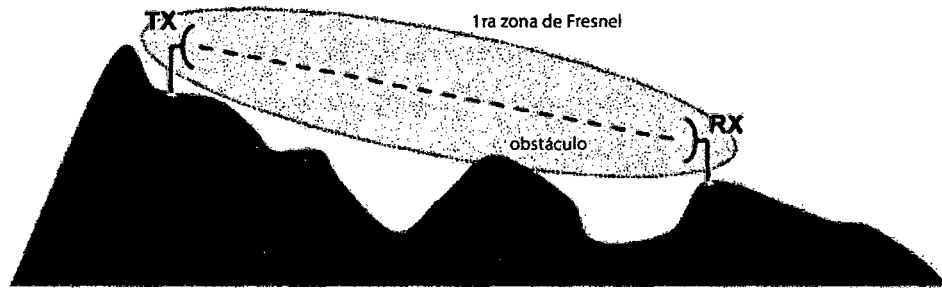


Figura 2.20: Perfil de un Radioenlace

En la figura 2.20 se representa el perfil de un radioenlace en el cual se ha añadido el contorno de la primera zona de Fresnel para detectar posibles obstáculos. Durante la fase de planificación y de visita a los emplazamientos donde se tiene previsto instalar las antenas, resulta conveniente llevarse unos prismáticos para identificar si existe una cierta distancia libre de obstáculos alrededor del hipotético enlace que une las antenas transmisora y receptora. Esta distancia depende de la longitud del radioenlace y de la frecuencia utilizada, y suele igualarse al radio máximo de la primera zona de Fresnel (en mitad del radioenlace). El radio de la primera zona de Fresnel, R_1 , en un punto cualquiera de un radioenlace puede calcularse a partir de la siguiente expresión:

$$R_1 = \sqrt{\lambda \frac{d_1 d_2}{d_1 + d_2}} \quad (2.11)$$

donde d_1 y d_2 son las distancias a las antenas transmisora y receptora, y λ es la longitud de onda de la señal. Por ejemplo, para una frecuencia de 26GHz se obtiene un radio máximo de la primera zona de Fresnel de 3,4 metros para un radioenlace de 4km . A mayor frecuencia, las zonas de Fresnel son cada vez más estrechas.

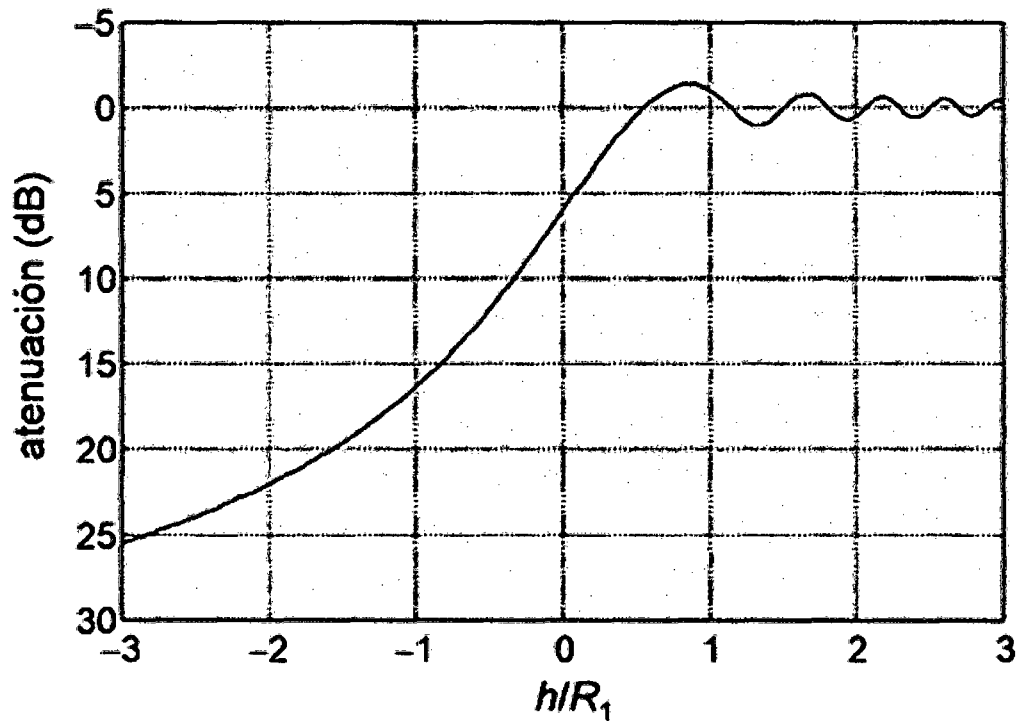


Figura 2.21: Pérdidas por Difracción

Para estimar las pérdidas introducidas por obstáculos cercanos al enlace radioeléctrico suelen emplearse gráficas como la mostrada en la figura 2.21, obtenida de la Recomendación *UIT-RP,526*. En este caso se representan las pérdidas introducidas por un obstáculo no reflexivo (“filo de cuchillo”). En las abscisas de la gráfica se indica el despejamiento del rayo directo respecto al obstáculo (figura 2.22) en términos del radio de la primera zona de Fresnel en dicho punto. Despejamientos negativos ($h < 0$) representan el caso en el que hay obstrucción del radioenlace. Como es lógico, en este caso puede verse en la figura 2.21 que las pérdidas aumentan rápidamente. Por otro lado, se observa que la atenuación desaparece cuando el despejamiento es igual al 60 % del radio de la primera zona de Fresnel, criterio que suele utilizarse en la práctica para el diseño del radioenlace.

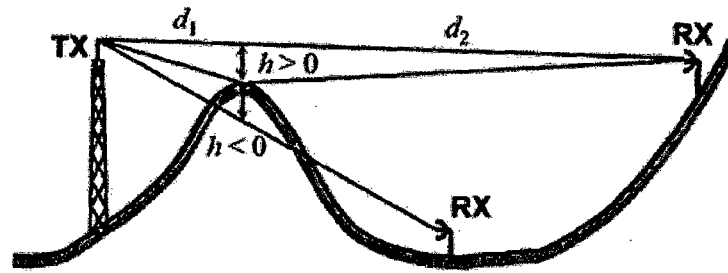


Figura 2.22: Cálculo del Despejamiento en Radioenlaces con y sin Visión Directa.

Procedimientos de cálculo alternativos pueden encontrarse en la recomendación *UIT – RP,530*, donde se proporciona información para estimar las pérdidas por difracción empleando datos empíricos. En este caso, una fórmula que suele utilizarse para calcular la atenuación en obstáculos, $A(\text{dB})$, es la siguiente:

$$A(\text{dB}) = 20h/R1 + 10 \quad (2.12)$$

Por último, conviene tener en cuenta que a la hora de estimar las pérdidas por difracción es necesario corregir la altura de los obstáculos empleando el parámetro de refracción troposférica “ k ”, con el fin de considerar la curvatura terrestre, así como la curvatura del haz electromagnético en su propagación a través de la atmósfera. [14]

2.2. Red de Acceso

Hace mención a aquella parte de la red de comunicaciones que conecta a los usuarios finales con algún proveedor de servicios y es complementaria al núcleo de red. Esta denominación es independiente de los medios o protocolos utilizados.

2.2.1. Clasificación

Aún cuando en la literatura y en la industria se encuentran una gran cantidad de posibles tecnologías, en la práctica sólo se pueden identificar dos grandes tipos de redes de acceso:

Acceso por Cable Físico

Utiliza un cable para establecer comunicación entre terminales, puede ser tan simple como un par telefónico o tan especializado como un cable de fibra óptica.[26]

Topologías de Redes Guiadas La topología de red se define como la estructura de conexión de los terminales que conforman una red para intercambiar datos. En otras palabras, la forma en que está diseñada la red, sea en el plano físico o lógico. El concepto de red puede definirse como “conjunto de nodos interconectados”. Un nodo es el punto en el que una curva se intercepta a sí misma. Lo que un nodo es concretamente, depende del tipo de redes a que nos refiramos.

Un ejemplo claro de esto es la topología de árbol, la cual es llamada así por su apariencia estética, por la cual puede comenzar con la inserción del servicio de internet desde el proveedor, pasando por el router, luego por un switch y este deriva a otro switch u otro router o sencillamente a los hosts (estaciones de trabajo), el resultado de esto es una red con apariencia de árbol porque desde el primer router que se tiene se ramifica la distribución de internet dando lugar a la creación de nuevas redes o subredes tanto internas como externas. Además de la topología estética, se puede dar una topología lógica a la red y eso dependerá de lo que se necesite en el momento.

En algunos casos se puede usar la palabra arquitectura en un sentido relajado para hablar a la vez de la disposición física del cableado y de cómo el protocolo considera

dicho cableado. Así, en un anillo con una MAU podemos decir que tenemos una topología en anillo, o de que se trata de un anillo con topología en estrella.[28]

La topología de red la determina únicamente la configuración de las conexiones entre nodos. La distancia entre los nodos, las interconexiones físicas, las tasas de transmisión y los tipos de señales no pertenecen a la topología de la red, aunque pueden verse afectados por la misma.

Los estudios de topología de red reconocen seis tipos básicos de topología:

1. **Punto a punto** La topología más simple es un enlace permanente entre dos puntos finales (también conocida como point-to-point, o abreviadamente, P2P). La topología punto a punto conmutada es el modelo básico de la telefonía convencional. El valor de una red permanente de punto a punto la comunicación sin obstáculos entre los dos puntos finales. El valor de una conexión punto-a-punto a demanda es proporcional al número de pares posibles de abonados y se ha expresado como la ley de Metcalfe.
2. **Topología Bus** La topología de bus tiene todos sus nodos conectados directamente a un enlace y no tiene ninguna otra conexión entre nodos. Físicamente cada host está conectado a un cable común, por lo que se pueden comunicar directamente, aunque la ruptura del cable hace que los hosts queden desconectados.

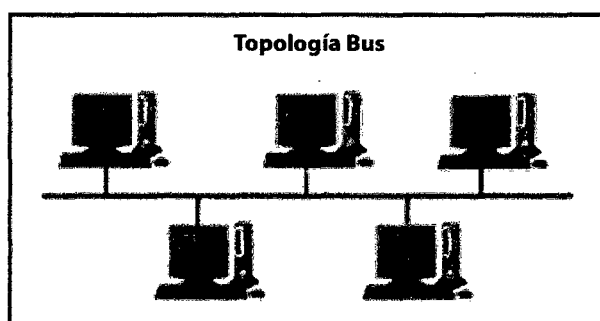


Figura 2.23: Topología Bus

La topología de bus permite que todos los dispositivos de la red puedan ver todas las señales de todos los demás dispositivos, lo que puede ser ventajoso si

desea que todos los dispositivos obtengan esta información. Sin embargo, puede representar una desventaja, ya que es común que se produzcan problemas de tráfico y colisiones, que se pueden paliar segmentando la red en varias partes. Es la topología más común en pequeñas LAN, con hub o switch final en uno de los extremos.

3. **Topología de Anillo** Una topología de anillo se compone de un solo anillo cerrado formado por nodos y enlaces, en el que cada nodo está conectado solamente con los dos nodos adyacentes.

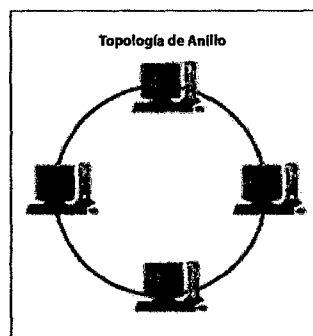


Figura 2.24: Topología de Anillo

Los dispositivos se conectan directamente entre sí por medio de cables en lo que se denomina una cadena margarita. Para que la información pueda circular, cada estación debe transferir la información a la estación adyacente.

4. **Topología en Estrella** La topología en estrella tiene un nodo central desde el que se irradian todos los enlaces hacia los demás nodos. Por el nodo central, generalmente ocupado por un hub, pasa toda la información que circula por la red.

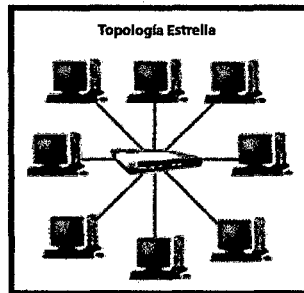


Figura 2.25: Topología Estrella

La ventaja principal es que permite que todos los nodos se comuniquen entre sí de manera conveniente. La desventaja principal es que si el nodo central falla, toda la red se desconecta.

5. **Topología en Árbol** La topología en árbol es similar a la topología en estrella extendida, salvo en que no tiene un nodo central. En cambio, un nodo de enlace troncal, generalmente ocupado por un hub o switch, desde el que se ramifican los demás nodos.

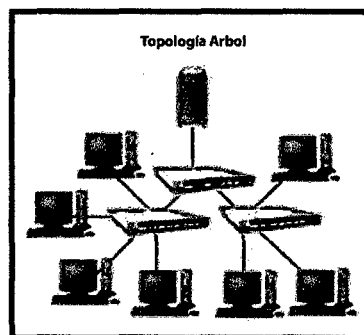


Figura 2.26: Topología Arbol

El enlace troncal es un cable con varias capas de ramificaciones, y el flujo de información es jerárquico. Conectado en el otro extremo al enlace troncal generalmente se encuentra un host servidor.

6. **Topología Malla Completa** En una topología de malla completa, cada nodo se enlaza directamente con los demás nodos. Las ventajas son que, como cada nodo se conecta físicamente a los demás, creando una conexión redundante, si algún enlace deja de funcionar la información puede circular a través de cualquier cantidad de enlaces hasta llegar a destino. Además, esta topología permite que la información circule por varias rutas a través de la red.

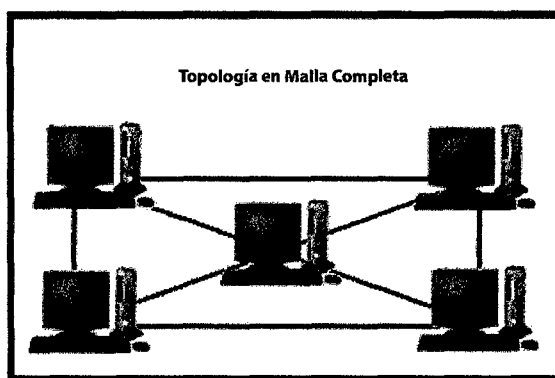


Figura 2.27: Topología en Malla Completa

La desventaja física principal es que sólo funciona con una pequeña cantidad de nodos, ya que de lo contrario la cantidad de medios necesarios para los enlaces, y la cantidad de conexiones con los enlaces se torna abrumadora.

[12]

Acceso Inalámbrico

El término red inalámbrica (Wireless network en inglés) es un término que se utiliza en informática para designar la conexión de nodos sin necesidad de una conexión física (cables), ésta se da por medio de ondas electromagnéticas. La transmisión y la recepción se realizan a través de puertos.

Una de sus principales ventajas notables son los costos, ya que se elimina todo el cable ethernet y conexiones físicas entre nodos, pero también tiene una desventaja considerable ya que para este tipo de red se debe tener una seguridad mucho más exigente y robusta para evitar a los intrusos.

Según su cobertura, se pueden clasificar en:

- **WPAN: Wireless Personal Area Network** En este tipo de red de cobertura personal, existen tecnologías basadas en HomeRF (estándar para conectar todos los teléfonos móviles de la casa y los ordenadores mediante un aparato central); Bluetooth (protocolo que sigue la especificación IEEE 802,15,1); ZigBee (basado en la especificación IEEE 802,15,4 y utilizado en aplicaciones como la domótica, que requieren comunicaciones seguras con tasas bajas de transmisión de datos y maximización de la vida útil de sus baterías, bajo consumo); RFID (sistema remoto de almacenamiento y recuperación de datos con el propósito de transmitir la identidad de un objeto (similar a un número de serie único) mediante ondas de radio.

El alcance típico de este tipo de redes es de unos cuantos metros, alrededor de los 10 metros máximo. La finalidad de estas redes es comunicar cualquier dispositivo personal (ordenador, terminal móvil, PDA, etc.) con sus periféricos, así como permitir una comunicación directa a corta distancia entre estos dispositivos.

Hoy en día se dispone de una variedad de dispositivos personales: al ordenador se ha unido el teléfono móvil y, más recientemente la PDA (Personal Digital Assistant). Tradicionalmente, la comunicación de estos dispositivos con sus periféricos se ha hecho utilizando un cable.

No obstante, tener pequeños dispositivos repletos de cables alrededor no resulta muy cómodo, por lo que la comunicación inalámbrica supone un gran avance en cuanto a versatilidad y comodidad.

Impresoras, auriculares, módem, escáner, micrófonos, teclados, todos estos dispositivos pueden comunicarse con su terminal vía radio evitando tener que conectar cables para cada uno de ellos.

- **WLAN (Wireless Local Area Network):** Una red de área local inalámbrica (WLAN) es una red que cubre un área equivalente a la red local de una empresa, con un alcance aproximado de cien metros. Permite que las terminales que se encuentran dentro del área de cobertura puedan conectarse entre sí. Existen varios tipos de tecnologías:

- **Wifi (o IEEE 802.11)** con el respaldo de WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) ofrece una velocidad máxima de $54Mbps$ en una distancia de varios cientos de metros, trabaja a $2,4GHz$.
 - **HiperLAN2 (High Performance Radio LAN 2.0)** estándar europeo desarrollado por ETSI (European Telecommunications Standards Institute). HiperLAN 2 permite a los usuarios alcanzar una velocidad máxima de $54Mbps$ en un área aproximada de cien metros, y transmite dentro del rango de frecuencias de 5150 y $5300MHz$.
-
- **WMAN (Wireless Metropolitan Area Network):** Para redes de área metropolitana se encuentran tecnologías basadas en WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access, es decir, Interoperabilidad Mundial para Acceso con Microondas), un estándar de comunicación inalámbrica basado en la norma IEEE 802.16. WiMAX es un protocolo parecido a Wi-Fi, pero con más cobertura y ancho de banda. También podemos encontrar otros sistemas de comunicación como LMDS (Local Multipoint Distribution Service).
-
- **WWAN (Wireless Wide Area Network):** Una WWAN difiere de una WLAN (Wireless Local Area Network) en que usa tecnologías de red celular de comunicaciones móviles como WiMAX (aunque se aplica mejor a Redes WMAN), UMTS (Universal Mobile Telecommunications System), GPRS, EDGE, CDMA2000, GSM, CDPD, Mobitex, HSPA y 3G para transferir los datos. También incluye LMDS y Wi-Fi autónoma para conectar a internet.

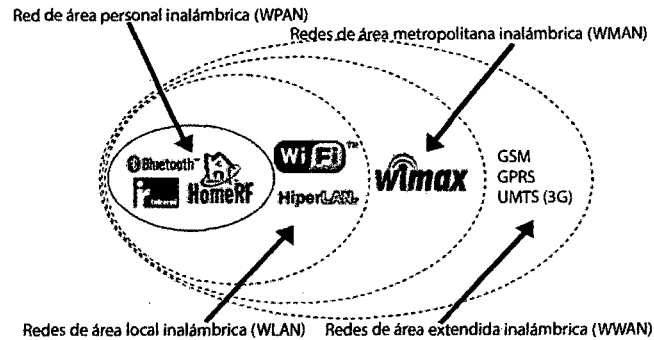


Figura 2.28: Redes Inalámbricas Según su Cobertura

[27]

2.2.2. Modelos de Comunicación

Modelo OSI

El modelo OSI (Open Systems Interconnection) (ISO/IEC 7498-1) es un producto del esfuerzo de Open Systems Interconnection en la Organización Internacional de Estándares. Es una prescripción de caracterizar y estandarizar las funciones de un sistema de comunicaciones en términos de abstracción de capas. Funciones similares de comunicación son agrupadas en capas lógicas. Una capa sirve a la capa sobre ella y es servida por la capa debajo de ella.

- **Capa 1: Física** La capa física define las especificaciones eléctricas y físicas de los dispositivos. En particular, define la relación entre un dispositivo y un medio de transmisión, como un cable de cobre o de fibra óptica. Esto incluye el layout de los pins, voltajes, impedancia de las líneas, especificaciones de los cables, hubs, repetidores, adaptadores de red y más.

Las funciones principales son:

- Establecimiento y terminación de una conexión a un medio de comunicación.

- Participación en el proceso por el cual los recursos de comunicación son compartidos efectivamente entre múltiples usuarios.
- Modulación o conversión entre la representación de datos digitales en el equipo del usuario y las señales correspondientes transmitidas a través de un canal de comunicación. Éstas son señales operando a través de un cable físico (cobre o fibra óptica) o sobre un enlace de radio.

- **Capa 2: Capa de enlace de datos** La capa de enlace de datos provee los medios funcionales y de procedimiento para transferir información entre entidades de red y para detectar y posiblemente corregir errores que puedan ocurrir en la capa física.

Las siguientes son funciones de la capa de enlace de datos:

- Framing
 - Direccionamiento físico
 - Control de flujo
 - Control de errores
 - Control de acceso
 - Media Access Control (MAC)
- **Capa 3: Red** La capa de red provee los medios funcionales y de procedimiento para transferir secuencias de datos de diferente longitud de un host origen en una red a un host destino en una red diferente (en contraste a la capa de enlace de datos que conecta host en la misma red), mientras mantiene calidad de servicio pedida por la capa de transporte. La capa de red realiza funciones de ruteo. Los routers trabajan en esta capa, enviando datos a través de la red extendida y haciendo posible el Internet.
 - **Capa 4: Transporte** La capa de transporte provee una transferencia de datos transparente para el usuario final, provee un servicio de transferencia de datos confiable para las capas de más arriba. La capa de transporte controla la confianza de un enlace dado a través del control de flujo, segmentación, y

control de errores. Algunos protocolos son estado- y conexión-orientados. Esto significa que la capa de transporte puede mantener un seguimiento de los segmentos y retransmitir los que fallan. La capa de transporte también provee una confirmación de que la transmisión de datos ha sido exitosa y envía los siguientes datos si no ocurrieron errores.

- **Capa 5: Sesión** La capa de sesión controla los diálogos (conexiones) entre computadoras. Establece, administra y termina las conexiones entre las aplicaciones locales y remotas. Provee operaciones full-duplex, half-duplex y simplex, establece checkpoints, etc. El modelo OSI hace a esta capa responsable del cierre de sesiones correctas, que es una propiedad del protocolo de control de transmisión (TCP), y también del checkpoint de sesiones y recuperación, que no es usada habitualmente en el Internet Protocol Suite. La capa de sesión es implementada comúnmente en aplicaciones con ambientes que usan llamadas de procedimientos remotos.

- **Capa 6: Presentación** La capa de presentación establece contexto entre entidades de la capa de aplicación, en los cuales las entidades de capas de más arriba pueden usar sintaxis diferentes y semánticas si el servicio de presentación provee un mapeo entre ellas. Si el mapeo está disponible, las unidades de datos de servicios de presentación son encapsuladas en unidades de datos del protocolo de sesión, y pasado bajo la pila.

Esta capa provee independencia de representación de datos (ejm. cifrado) mediante la traducción entre los formatos de aplicación y red. La capa de presentación transforma los datos en la forma que la aplicación acepta. Esta capa da formato y cifra los datos que serán enviados a través de la red.

- **Capa 7: Aplicación** La capa de aplicación es la más cercana al usuario final, lo que significa que la capa de aplicación del modelo OSI y el usuario interactúan directamente con la aplicación de software. Esta capa interactúa con aplicaciones de software que implementan un componente de comunicación. Estos programas caen fuera del enfoque del modelo OSI.

Modelo TCP/IP

Normalmente, los tres niveles superiores del modelo OSI (Aplicación, Presentación y Sesión) son considerados simplemente como el nivel de aplicación en el conjunto TCP/IP. Como TCP/IP no tiene un nivel de sesión unificado sobre el que los niveles superiores se sostengan, estas funciones son típicamente desempeñadas (o ignoradas) por las aplicaciones de usuario. La diferencia más notable entre los modelos de TCP/IP y OSI es el nivel de Aplicación, en TCP/IP se integran algunos niveles del modelo OSI en su nivel de Aplicación.

- **Capa 1: Físico** El nivel físico describe las características físicas de la comunicación, como las convenciones sobre la naturaleza del medio usado para la comunicación (como las comunicaciones por cable, fibra óptica o radio), y todo lo relativo a los detalles como los conectores, código de canales y modulación, potencias de señal, longitudes de onda, sincronización y temporización y distancias máximas.
- **Capa 2: Enlace de datos** El nivel de enlace de datos especifica cómo son transportados los paquetes sobre el nivel físico, incluyendo los delimitadores (patrones de bits concretos que marcan el comienzo y el fin de cada trama). Ethernet, por ejemplo, incluye campos en la cabecera de la trama que especifican que máquina o máquinas de la red son las destinatarias de la trama. Ejemplos de protocolos de nivel de enlace de datos son Ethernet, Wireless Ethernet, SLIP, Token Ring y ATM.
- **Capa 3: Internet** Como fue definido originalmente, el nivel de red soluciona el problema de conseguir transportar paquetes a través de una red sencilla. Ejemplos de protocolos son X.25 y Host/IMP Protocol de ARPANET. Con la llegada del concepto de Internet, nuevas funcionalidades fueron añadidas a este nivel, basadas en el intercambio de datos entre una red origen y una red destino. Generalmente esto incluye un enrutamiento de paquetes a través de una red de redes, conocida como Internet.
- **Capa 4: Transporte** Los protocolos del nivel de transporte pueden solucionar problemas como la fiabilidad (“alcanzan los datos su destino?”) y la seguridad

de que los datos llegan en el orden correcto. En el conjunto de protocolos TCP/IP, los protocolos de transporte también determinan a qué aplicación van destinados los datos.

Los protocolos de enrutamiento dinámico que técnicamente encajan en el conjunto de protocolos TCP/IP (ya que funcionan sobre IP) son generalmente considerados parte del nivel de red; un ejemplo es OSPF (protocolo IP número 89).

- **Capa 5: Aplicación** El nivel de aplicación es el nivel que los programas más comunes utilizan para comunicarse a través de una red con otros programas. Los procesos que acontecen en este nivel son aplicaciones específicas que pasan los datos al nivel de aplicación en el formato que internamente use el programa y es codificado de acuerdo con un protocolo estándar.

Algunos programas específicos se considera que se ejecutan en este nivel. Proporcionan servicios que directamente trabajan con las aplicaciones de usuario. Estos programas y sus correspondientes protocolos incluyen a HTTP (HyperText Transfer Protocol), FTP (Transferencia de archivos), SMTP (correo electrónico), SSH (login remoto seguro), DNS (Resolución de nombres de dominio) y a muchos otros.

5	Aplicación	Ejm. HTTP,FTP,DNS (protocolos de enrutamiento como BGP y RIP, que por varias razones funcionen sobre TCP y UDP respectivamente, son considerados parte del nivel de red)
4	Transporte	Ejm. TCP,UDP,RTP,SCTP (protocolos de enrutamiento como OSPF, que funcionen sobre IP, son considerados parte del nivel de internet)
3	Internet	Para TCP/IP este es el Protocolo de Internet (IP) (Protocolos requeridos como ICMP e IGMP funcionan sobre IP, pero todavía se pueden considerar parte del nivel de red; ARP no funciona sobre IP)
2	Enlace	Ejm. Ethernet, Token Ring, PPP, HDLC, Frame Relay, RDSI, ATM, IEEE 802.11, FDDI
1	Físico	Ejm. Medio físico y técnicas de codificación T_1, E_1

Cuadro 2.3: Protocolos Relacionados con el modelo TCP/IP

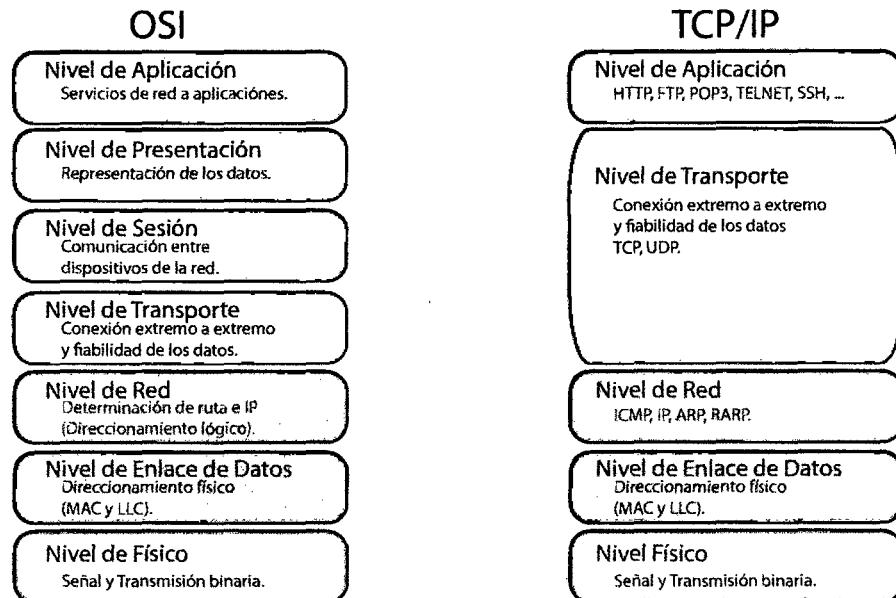


Figura 2.29: Paralelo Entre Modelo OSI y Modelo TCP/IP

[3]

2.2.3. Dispositivos de Red

Los componentes de LAN se pueden configurar en una variedad de maneras, pero una LAN requiere generalmente los mismos componentes básicos.

Tarjetas de Red

En el nivel más básico, una tarjeta de red es un componente que permite a la computadora comunicarse a través de una red. Este componente es frecuentemente incorporado en la placa en las computadoras actuales, pero también puede ser una tarjeta separada para su uso en una ranura PCI, o parte de una unidad externa que se conecte al ordenador mediante un puerto USB. Las tarjetas de red se clasifican además según si operan en las redes cableadas o inalámbricas. Sin embargo, algunas tarjetas son compatibles con ambos tipos de redes.

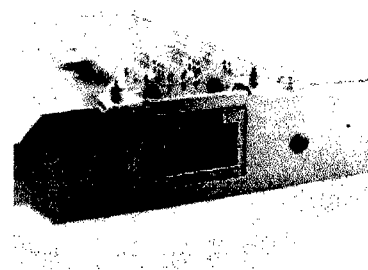


Figura 2.30: Tarjeta de Red

Cables de Red

Los cables de red son las líneas físicas que se utilizan para transmitir información entre ordenadores en una LAN cableada. Los cables están etiquetados por su categoría y se conocen comúnmente como cable CATX, donde X es el número de categoría.

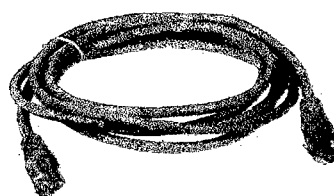


Figura 2.31: Cable de Red

Concentradores o Hubs

Son dispositivos de conexión básica, utilizados en redes locales con un número muy limitado de máquinas. No más complejos que una toma múltiple RJ45 que amplifica la señal de la red (base 10/100). Un concentrador de red actúa como un punto centralizado para la transmisión de datos a las computadoras en una red LAN. Los hubs trabajan en la primera capa del modelo OSI, de manera que, una solicitud destinada a un nodo, será enviada a todas las PC de la red (LAN); provocando que el ancho de banda se comparta, lo que significa que si hay cuatro equipos conectados

a un concentrador, cada uno recibirá una cuarta parte del ancho de banda total disponible en el hub.

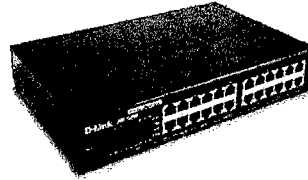


Figura 2.32: Concentrador o Hub

Conmutadores o Switchs

Concebido para trabajar en redes con una cantidad de máquinas ligeramente más elevado que el hub, Los switchs eliminan las eventuales colisiones de paquetes que aparecen cuando una máquina intenta comunicarse con una segunda mientras que otra ya está en comunicación con ésta; la primera reintentará luego.

Los conmutadores trabajan en las dos primeras capas del modelo OSI, distribuyendo los datos a cada máquina de destino usando una tecnología de red que asigna a cada computadora en la red una dirección MAC específica.

Debido a que los conmutadores de red no transmiten a todos los ordenadores de la red al mismo tiempo, es que se puede destinar mayor ancho de banda para cada equipo que los hub.

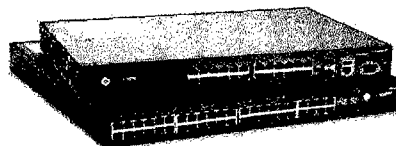


Figura 2.33: Switchs

Enrutadores o Routers

A diferencia de los conmutadores y concentradores, los enrutadores de red se utilizan para conectar redes entre sí, en lugar de conectar los ordenadores en una sola red.

Los enrutadores permiten el uso de varias clases de direcciones IP dentro de una misma red. Son utilizados en instalaciones de mayor dimensión, donde es necesaria (especialmente por razones de seguridad y simplicidad) la creación de varias sub-redes.

Cuando la Internet llega por medio de un cable RJ45, es necesario utilizar un router para conectar una sub-red (red local, LAN) a Internet, ya que estas dos conexiones utilizan diferentes clases de dirección IP (sin embargo es posible pero no muy aconsejado utilizar una clase A o B para una red local, estas corresponden a las clases de Internet).

El router equivale a un PC gestionando varias conexiones de red (los antiguos routers eran PCs).

Los routers son compatibles con NAT, lo que permite utilizarlos para redes más o menos extensas disponiendo de gran cantidad de máquinas y poder crear “correctamente” sub redes. También tienen la función de cortafuegos (firewall) para proteger la instalación.

Los enrutadores pueden conectar grupos de equipos que estén separados por una pared o por un océano. Se encuentran más comúnmente en el hogar, en el que facilitan la conexión de los ordenadores a Internet; sin embargo, pueden ser utilizados para conectar redes de cualquier tipo. Los enrutadores de red modernos son en realidad la combinación de unidades que contienen un enrutador y un conmutador de red, además de un puñado de otras funciones relacionadas con la creación de redes de herramientas tales como un servidor DHCP y cortafuegos.[8]

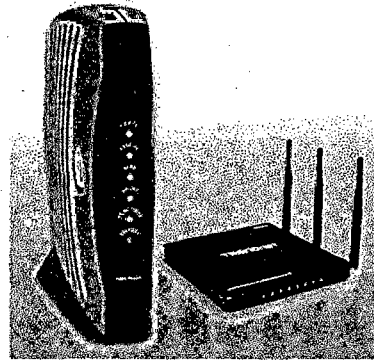


Figura 2.34: Enrutadores o Routers

El Repetidor

Este dispositivo sólo amplifica la señal de la red y es útil en las redes que se extienden grandes distancias.

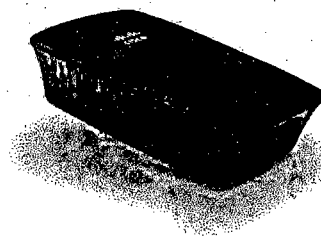


Figura 2.35: Repetidor

Capítulo 3

Análisis y Diseño

3.1. Planteamiento de la Solución

El presente capítulo contemplará el diseño de red de acceso y red transporte de datos desde la oficina del Área de Redes de Claro en la ciudad de Huaraz hasta la estación Claro de Cancaryaco.

Dada la ausencia de un canal pre-existente de comunicación entre estos dos puntos, se partirá del estudio del medio para el enlace inalámbrico, continuando con la selección de los componentes de hardware del enlace microondas en función de las características necesarias de frecuencia y capacidad.

Al completarse el diseño de transporte, se realizará el diseño del cableado estructurado y la selección de los componentes de hardware de la red de acceso en la infraestructura existente de las oficinas del Área de Redes de Claro Huaraz.

Finalmente se realizará el diseño de software, definiendo las frecuencias de operación de los equipos de microondas y los puertos operativos de la red de acceso, para finalmente pasar a las respectivas simulaciones.

Debe señalarse que la labor de diseño de hardware se realizará mediante simulación, pero con datos reales tomados en campo. Así también los diseños de software se realizarán con los gestores y medios de comunicación originales de cada componente que lo requiera, permitiendo observar la configuración final que tendrán los equipos reales.

Debe entenderse que el presente trabajo contempla únicamente diseño, presupuesto y simulación, ya que la implementación de esta propuesta está fuera de las posibilidades económicas de los tesisistas y dependerá únicamente de la empresa propietaria de la marca Claro, América Móvil Perú.

3.2. Estudio del Medio de Transmisión

Debido al relieve del terreno en el que se desea ubicar la red de transporte de datos, el cual presenta diferentes accidentes geográficos como se muestra en la imagen contigua, se plantea el uso de un medio inalámbrico. Dicho medio deberá ser un enlace punto a punto a fin de mantener un alto nivel de seguridad, requerido para el acceso a la red interna de Claro.



Figura 3.1: Vista Superior del Terreno

3.2.1. Elección de Antenas.

Por lo antes expuesto se recurrirá al diseño de un enlace de microondas con antenas de plato parabólico, cuyo haz electromagnético se caracteriza por ser muy estrecho, esto evitaría posible captación de señal desde puntos no deseados y también el ingreso a la red interna de personas no autorizadas.

“Una de las características que presentan este tipo de antenas es que deben ser muy direccionales, su ganancia es considerada aparente debido a que se debe concentrar la potencia irradiada en un haz delgado para ser transmitido de igual forma en todas direcciones.

Para el caso de antenas de microondas, es común encontrar aberturas de haz a mitad de potencia inferiores a un grado.” [22]

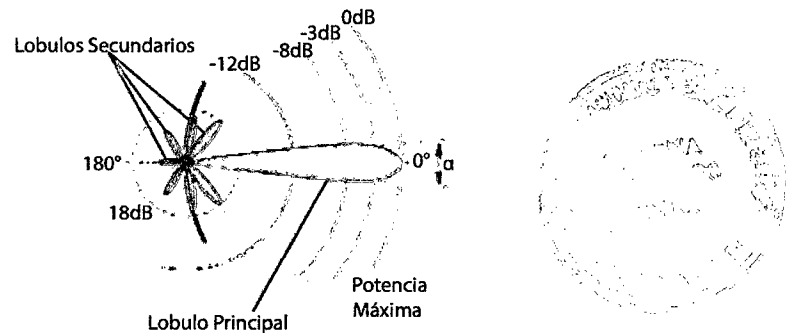


Figura 3.2: Diagrama de Radiación de una Antena Parabólica.

Es necesario para el buen funcionamiento del enlace microondas, que el medio de transmisión esté despejado, dejando una Línea de Vista entre los dos puntos a comunicar.

“Para que exista la mejor propagación de las señales RF de alta frecuencia, es necesaria una Línea de vista sólida (limpia - sin obstrucciones).

Cuando se instala un sistema inalámbrico, se debe de tratar de transmitir a través de la menor cantidad posible de materiales para obtener la mejor señal en el receptor. Siempre habrán problemas si se quiere transmitir a través de cualquier metal o concreto reforzado” [34]



Figura 3.3: Campo de Visibilidad de Terminales

Luego de verificarse en campo la visibilidad de ambos terminales desde el punto opuesto (conocido en este ámbito como “far end”), como se muestra en la imagen 3.3, se puede validar mediante software la disponibilidad del medio de transmisión en un corte que muestra el perfil del terreno:

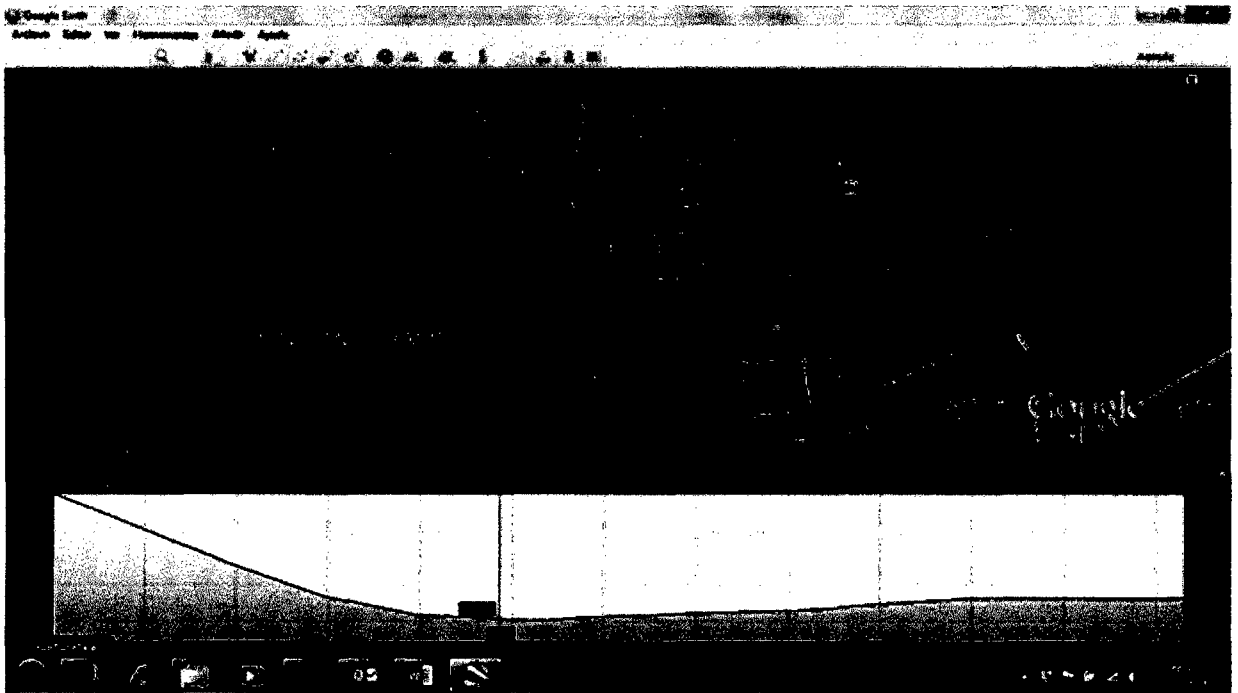


Figura 3.4: Perfil del Terreno en Línea de Vista de Ambos Terminales

Se observa que la distancia entre los puntos donde se ubicarán las antenas microondas es de aproximadamente 600 metros, lo cual nos permitirá hacer uso de platos parabólicos de bajo calibre. En este caso se utilizarán para diseño platos de 30 centímetros de diámetro con iluminador central, lo que nos permitirá alcances de hasta 5 Km en frecuencias vecinas a los 22 GHz (frecuencias utilizadas en zonas urbanas).

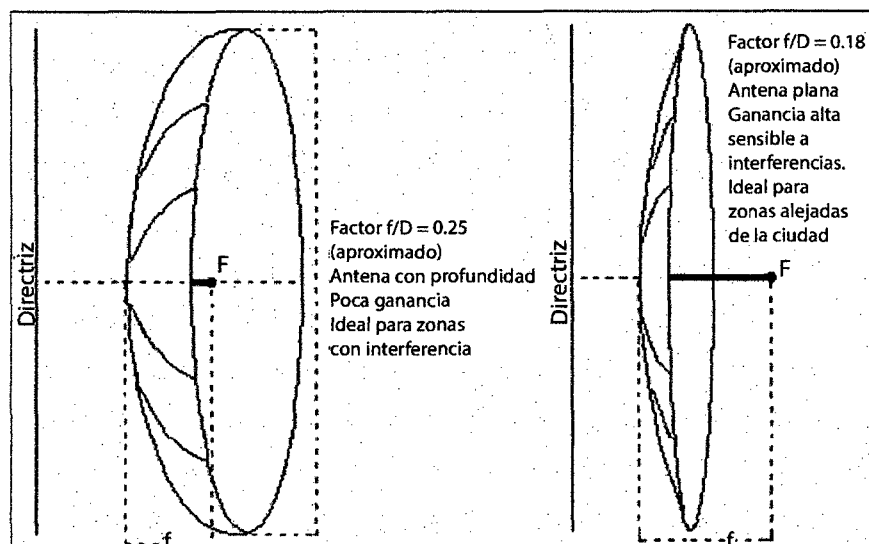


Figura 3.5: Concavidad de Antenas Parabólicas

En este caso se utilizarán para diseño platos de 30 centímetros de diámetro con iluminador central, lo que nos permitirá alcances de hasta 11 Km en frecuencias vecinas a los 22 GHz (frecuencias utilizadas en zonas urbanas).

Frequency Bands (GHz)	Typical Maximum Antenna Separation
2 - 6	20 - 30 miles (32 - 48 Km)
10 - 12	10 - 15 miles (16 - 24 Km)
18 - 23	5 - 7 miles (8 - 11 Km)
28 - 30	1 - 2 miles (0.6 - 1.2 Km)

Cuadro 3.1: Frecuencias Usadas en Redes de Microondas Según la ITU-R

“Generalmente los radioenlaces se explotan entre 2 y 50 GHz, por eso se les llama radioenlaces de microondas.” [7]

3.2.2. Zona de Fresnel y Curvatura Terrestre.

“Se llama zona de Fresnel al volumen comprendido entre el emisor de una onda electromagnética, acústica, etc.; y un receptor, de modo que el desfase de las ondas en dicho volumen no supere los 180° .”

Así, la fase mínima se produce para el rayo que une en línea recta al emisor y el receptor. Tomando su valor de fase como cero, la primera zona de Fresnel abarca hasta que la fase llegue a 180° , adoptando la forma de un elipsoide de revolución. La segunda zona abarca hasta un desfase de 360° , y es un segundo elipsoide que contiene al primero. Del mismo modo se obtienen las zonas superiores.

La obstrucción máxima permisible para considerar que no hay obstrucción es el 40 % de la primera zona de Fresnel. La obstrucción máxima recomendada es el 20 %. Para el caso de radiocomunicaciones depende del factor K (curvatura de la tierra) considerando que para un $K = 4/3$ la primera zona de fresnel debe estar despejada al 100 % mientras que para un estudio con $K = 2/3$ se debe tener despejado el 60 % de la primera zona de Fresnel.

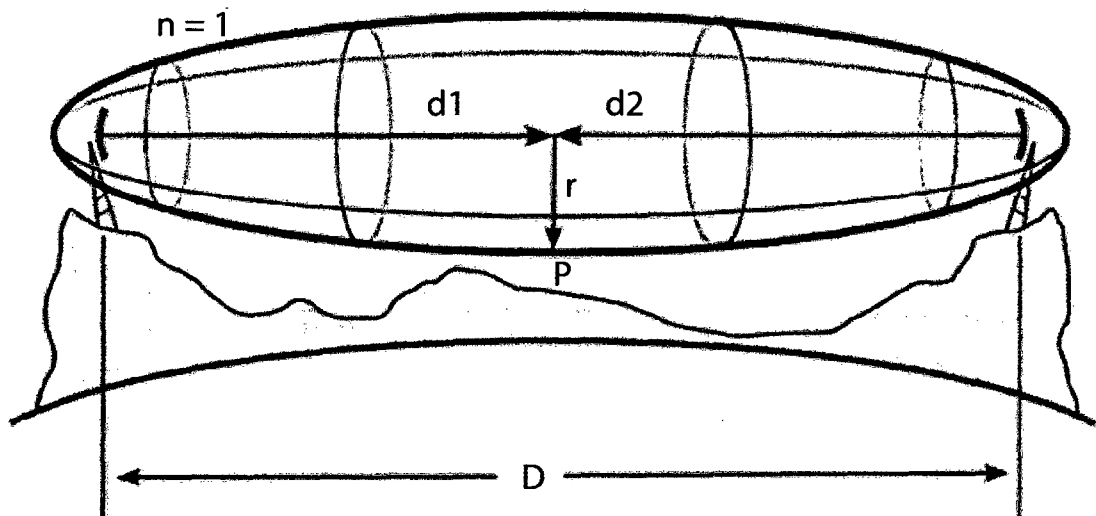


Figura 3.6: Zona de Fresnel

“Para establecer las zonas de Fresnel, primero debemos determinar la línea de

vista de RF, que de forma simple, es la línea recta que une los focos de las antenas transmisora y receptora.”

La fórmula genérica de cálculo de las zonas de Fresnel es:

$$r_n = \sqrt{\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2}} \quad (3.1)$$

Donde:

r_n = Radio de la n-sima zona de Fresnel en metros ($n = 1, 2, 3...$).

d_1 = Distancia desde el transmisor al centro del elipsoide en metros.

λ = Longitud de onda de la señal transmitida en metros.

“Aplicando la fórmula se obtiene del radio de la primera zona de Fresnel (r_1 de la fórmula superior), conocida la distancia entre dos antenas y la frecuencia en la cual transmiten la señal, suponiendo al objeto situado en el punto central.”

En unidades del SI:

$$r_1 = 8,657 \sqrt{\frac{D}{f}} \quad (3.2)$$

Donde:

r_1 = Radio en metros de la primera zona de Fresnel (m).

D = Distancia entre el transmisor y el receptor en kilometros(Km).

f = Frecuencia de transmisión (GHz).[24]

Para calcular la primera zona de Fresnel en nuestro enlace, asumimos frecuencia de 22GHz y distancia de 0.618Km:

$$r_1 = 8,657 \sqrt{\frac{0,618}{22}}$$

$$r_1 = 8,657 * 0,1676 = 1,45m$$

El enlace necesitará un radio mínimo despejado de 1.45m en el centro del lóbulo principal, sin embargo deberemos tomar algunas consideraciones antes de asumir efectivo este parámetro.

Debido a la curvatura terrestre, los enlaces microondas ven deformada su trayectoria, lo cual puede afectar el apuntamiento y en consecuencia el buen funcionamiento del mismo. Dependiendo de la distancia a la que se encuentran los terminales del enlace, se puede recurrir a la utilización de algunas técnicas prácticas para facilitar el cálculo, como el “factor de radio efectivo terrestre” o “factor K”.

“Existe un factor que describe la cantidad de curvatura en la trayectoria, es el factor K, también llamado factor de radio efectivo terrestre. Su valor está en función del radio terrestre ($R_0 = 6370km$) y del gradiente de refractividad por kilómetro con respecto a la altura (d_N/d_h), expresado en N-unidades/km.” [5]

Podemos definir el coeficiente de refracción N:

$$N = (n - 1) * 10^6 \quad (3.3)$$

Donde:

N = Coeficiente de refracción.

n = Índice de refracción.

Definiendo n como:

$$n = C_0/C \quad (3.4)$$

Donde:

C_0 = Velocidad de la onda en el vacío ($C_0 = 1$).

C = Velocidad de la onda en un medio finito.

“En condiciones estándares y cerca de la superficie terrestre $C = 1,0003$ aproximadamente, lo que haría $N = 300$ ” [20]

El factor K se obtendrá de:

$$K = \frac{1}{1 + R_0(\frac{dN}{dh})10^{-6}} \quad (3.5)$$

Donde:

$K = \text{Inf}$; línea recta (ras del piso).

$K = 4/3$; hacia abajo (gradiente < 1).

$K = \text{Negativo}$ dispara curva al espacio.

R_0 = Radio terrestre estándar (6370 Km).

$(\frac{dN}{dh})$ = Gradiente de Refractividad (G: Aumenta inversamente a la altura).

Factor K	Gradiente de Radio Refractividad G
$K = 1$	$G = 0$
$K = 4/3$	$G = -39$
$K = \infty$	$G = -157$
$K < 1$	$G > 0$

Cuadro 3.2: Factor K según el Gradiente de Refractividad

Cuando el valor de $(\frac{dN}{dh}) > -39$ N-unidades/km, se dice que la onda es “subrefractada” ($0 < K < 4/3$).

Cuando el valor de $(\frac{dN}{dh}) < -39$ N-unidades/km, la onda es super-refractada ($4/3 < K < \infty$).

Cuando el valor de $(\frac{dN}{dh}) = -39$ N-unidades/Km, se dice que la onda está en condiciones de $K = 4/3$, que es el valor para una atmósfera estándar, ya que de acuerdo a valores experimentales se encontró que este era el valor medio. De manera que el factor K multiplicado por el radio terrestre da el radio ficticio de la Tierra.[5]

“Si el valor de K disminuye a menos de 1, el haz se curva en forma opuesta a la curvatura terrestre. Este efecto puede obstruir parcialmente al trayecto de transmisión, produciéndose así una difracción.

Las alteraciones del valor de K desde 1 hasta infinito (rango normal de K), tiene escasa influencia en el nivel de intensidad con que se reciben las señales, cuando el trayecto se ha proyectado en forma adecuada. Las anomalías de propagación ocurren cuando K es inferior a 1, el trayecto podría quedar obstruido y por lo tanto sería vulnerable a los fuertes desvanecimientos provocados por el efecto de trayectos

múltiples

Cuando K forma un valor negativo, el trayecto podría resultar atrapado entre capas atmosféricas y en consecuencia sería susceptible a sufrir desvanecimiento total.” [16]

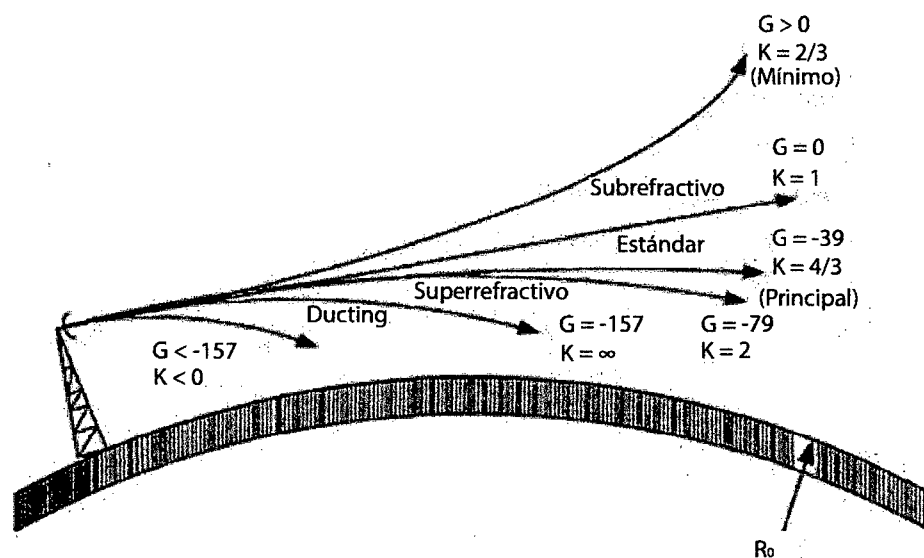


Figura 3.7: Factor K y Curvatura del Haz Causado por la Refracción.

Sin embargo para distancias cortas (descritas en geodesia como inferiores a 25 Km), se considera que la curvatura de la tierra es despreciable, de manera que para nuestro enlace, cuya distancia no excede los 650 metros, se trabajará sobre un segmento plano, prescindiendo del factor K .

“Consideraremos que la Tierra es plana y no curva, ya que una distancia de 15km es demasiado pequeña como para tener en cuenta la curvatura de la Tierra.” [19]

Ahora podremos considerar la zona de Fresnel en nuestro enlace microondas con una distancia mínima de 1.45m del haz a cualquier posible obstáculo.

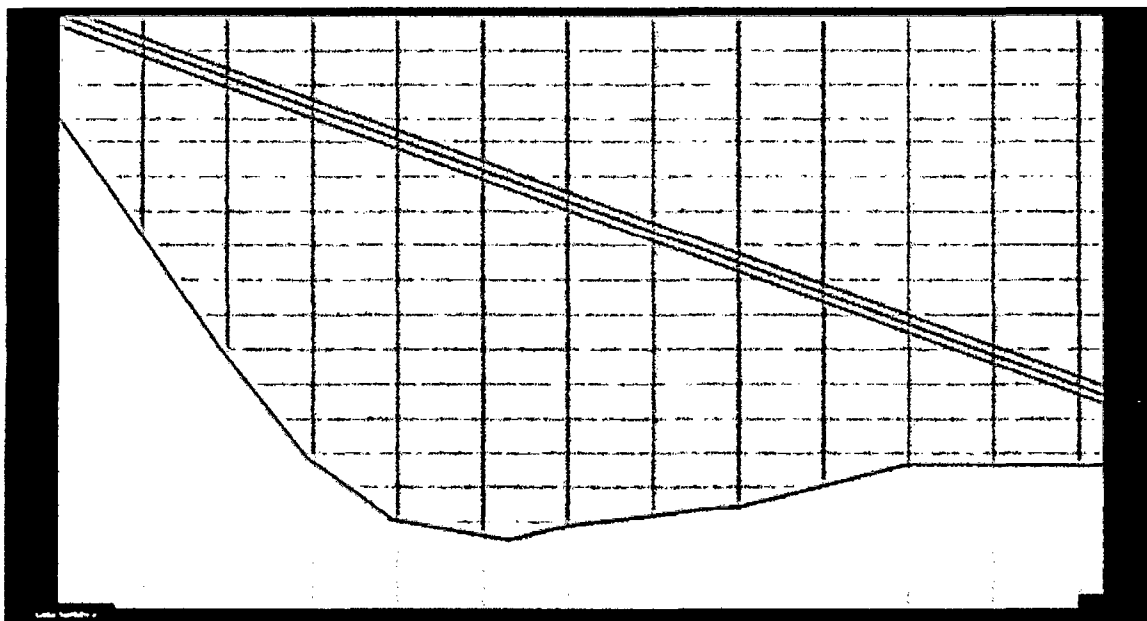


Figura 3.8: Línea de vista entre terminales del radioenlace y distancia del haz a la primera zona de Fresnel.

3.2.3. Análisis de Pérdidas.

Un radioenlace sufre de pérdidas debido a diversos factores, algunos de ellos producto de la instalación inadecuada de componentes, el medio en el cual opera el enlace, fenómenos atmosféricos o características intrínsecas del material del cual está fabricado el equipamiento.

“En resumen, en un radioenlace se dan pérdidas por:

- Espacio libre
- Difracción
- Reflexión
- Refracción
- Absorción

- Desvanecimientos
- Desajustes de ángulos
- Lluvias
- Gases y vapores
- Difracción por zonas de Fresnel (atenuación por obstáculo)
- Desvanecimiento por mltiple trayectoria (formación de ductos)”

[25]

El análisis que busca conocer estas pérdidas de manera aproximada recibe el nombre de Presupuesto de Potencia del Enlace.

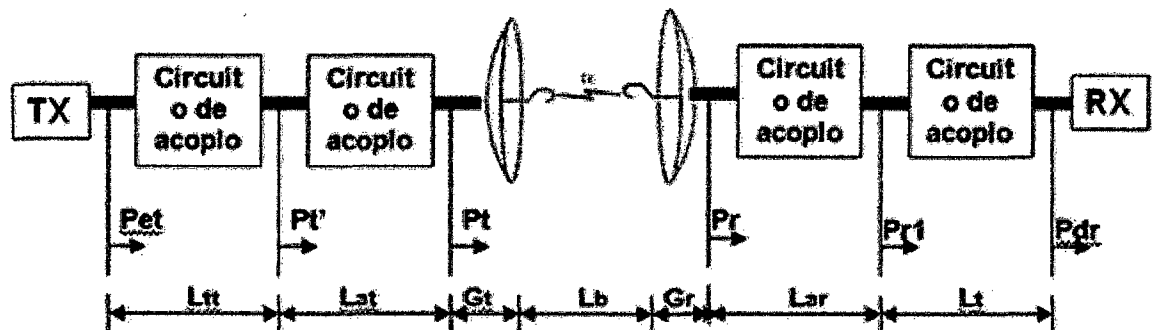


Figura 3.9: Diagrama de Pérdidas en Enlaces Microondas.

Donde:

L_{tt} = Pérdidas en las Terminales del Transmisor

G_t = Ganancia de la Antena Transmisora

L_b = Pérdidas por Espacio Libre

G_r = Ganancia de la Antena Receptora

L_t = Pérdidas en la Línea de Transmisión

En la Fig.3.9 se muestra un Sistema de Comunicación Genérico.

“Un presupuesto de potencia para un enlace punto a punto es el cálculo de ganancias y pérdidas desde el radio transmisor (fuente de la señal de radio), a través

de cables, conectores y espacio libre hacia el receptor. La estimación del valor de potencia en diferentes partes del radioenlace es necesaria para hacer el mejor diseño y elegir el equipamiento adecuado”[4]

- *Pérdidas por Espacio Libre.*- Al ser la atmósfera el medio de comunicación para los enlaces microondas, las señales utilizadas por estos sufren grandes pérdidas debido únicamente al espacio entre los terminales, a estas pérdidas se les denomina pérdidas por espacio libre.

La UIT sugiere el cálculo de dichas pérdidas según la expresión siguiente:

$$L_{bf} = 20 \log\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right) \quad (3.6)$$

Donde:

L_{bf} = Pérdidas por espacio libre(expresado en dB).

d = Distancia.

λ = Longitud de onda.

d y λ deberán expresarse en las mismas unidades.

Para facilitar el cálculo se sugiere expresar la ecuación en función de la frecuencia (f), obteniéndose:

$$L_{bf} = 32,4 + 20 \log f + 20 \log d \quad (3.7)$$

Donde:

f = Frecuencia (Mhz).

d = Distancia (Km).

[21]

Si tomamos en cuenta que los terminales se encuentran a una distancia recta de 618m, y al trabajarse en el rango de los 22 GHz, las pérdidas aproximadas por espacio libre para nuestro radioenlace serán:

$$L_{bf} = 32,4 + 20 \log(22000) + 20 \log(0,618)$$

$$L_{bf} = 32,4 + 86,85 - 4,18$$

$$L_{bf} = 115,07dB.$$

- *Pérdidas por Difracción.*- Es la deformación de la onda al tropezar con obstáculos en el medio, dispersándose en diferentes direcciones, llegando incluso a rodear los obstáculos con las consecuentes disminuciones de potencia.

“Ocurre cuando la señal de radio entre el transmisor y el receptor es obstruida por una superficie que tiene irregularidades puntiagudas o una superficie desigual.”

“Difracción se refiere a la inclinación de la onda alrededor de un obstáculo. Por ejemplo, considere una máquina generando humo. El humo seguirá una dirección recta hasta que tropieza con un obstáculo. Si se introduce un bloque de madera en el humo ocasionará que el humo se rige alrededor de las esquinas del bloque, produciendo una degradación en la velocidad del humo en ese punto y un cambio de su dirección.” [23]

- *Pérdidas por Reflexión.*- Se produce cuando la onda choca con superficies planas (tales como espejos de agua o terrenos llanos), la cual refleja la señal y ocasiona que esta rebote solapándose a sí misma.

“La reflexión de las ondas electromagnéticas ocurre cuando una onda incidente choca con una barrera existente (un objeto) y parte de la potencia incidente no penetra el mismo. Las ondas que no penetran el objeto se reflejan. Debido a que todas las ondas reflejadas permanecen en el mismo medio que las ondas incidentes, sus velocidades son iguales y por lo tanto el ángulo de reflexión es igual al ángulo de incidencia.” [10]

- *Pérdidas por Refracción.*- Se define como el cambio de dirección de una onda, se ocasiona al pasar esta de un material a otro de diferente densidad.

“La refracción es el cambio de dirección de una onda electromagnética conforme pasa oblicuamente de un medio a otro, con diferentes velocidades de propagación. Por lo tanto, la refracción ocurre siempre que una onda electromagnética pasa de un medio a otro de diferente densidad. El ángulo de incidencia es el

formado entre la onda incidente y la normal, y el ángulo de refracción es el formado entre la onda refractada y la normal.”[10]

- *Pérdidas por Absorción.*- Es la atenuación que sufre la onda al atravesar un material, sufriendo disminuciones de potencia dependiendo de la densidad del material.

“Cuando las ondas electromagnéticas atraviesan algún material, generalmente se debilitan o atenúan. La cantidad de potencia perdida va a depender de su frecuencia y por supuesto, del material. La potencia decrece de manera exponencial y la energía absorbida generalmente se transforma en calor.”[10]

Las pérdidas por difracción, reflexión, refracción y absorción, están ligadas al estudio de la zona de Fresnel.

- *Pérdidas por Desvanecimiento (Fading).*- “Desvanecimientos se puede decir que un desvanecimiento es una desviación temporal de la energía a un lugar que no es el deseado.”

Ningún tipo de desvanecimiento se puede predecir con exactitud porque cada uno es causado por las variaciones en las condiciones atmosféricas. “La experiencia ha demostrado que algunos climas y superficies de terreno tienen más probabilidades de causar desvanecimientos que otros, pero en todos los casos el desvanecimiento sólo se puede definir estadísticamente. En otras palabras, se puede decir que en base a la teoría de probabilidades, el sistema de microondas será inoperante para un determinado porcentaje del año debido al desvanecimiento.”[18]

- *Pérdidas por Desajustes de Ángulos.*- Se debe al mal alineamiento de las antenas, evitando que la señal se reciba adecuadamente. Se corrige verificando los niveles de recepción mientras se modifica el ángulo de apuntamiento.
- *Pérdidas por Absorción Atmosférica.*- “Los vapores de agua y de oxígeno no condensados poseen líneas de absorción en la banda de frecuencias de microondas y de ondas milimétricas. Por ello existen frecuencias donde se produce una gran atenuación separada por ventanas de transmisión donde la atenuación es mucho menor. La siguiente figura muestra la atenuación en dB/km producida

por los vapores de oxígeno y de agua a 20 °C sobre el nivel del mar. El contenido en moléculas de agua es del 1 %, el cual es típico en climas templados.”

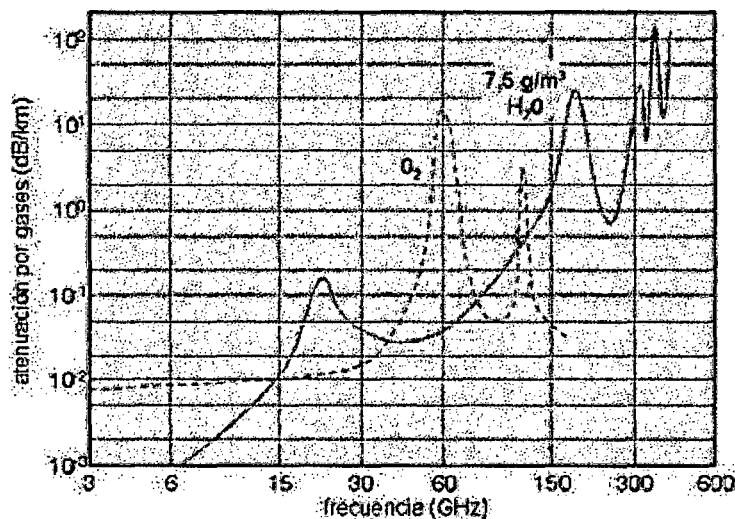


Figura 3.10: Atenuación por Gases.

“Los principales elementos en la atmósfera que absorben la energía electromagnética son vapor de agua y oxígeno. La resonancia del Oxígeno ocurre a 0.5 cm (60 GHz.). Y la resonancia del vapor de agua ocurre a 1.3 cm (23 GHz).”

“Para calcular la atenuación causada por los gases y vapores atmosféricos se debe acudir a la Recomendación UIT – R P,676. En este documento se indica que la atenuación de la señal radioeléctrica, A (dB), puede calcularse como:

$$A = \gamma_r = (\gamma_o + \gamma_w)r \quad (3.8)$$

Donde γ_o y γ_w son las atenuaciones específicas en dB/km para el oxígeno y el vapor de agua respectivamente, obtenidas de una gráfica como la mostrada en la figura anterior, y r es la longitud del trayecto radioeléctrico en km.”

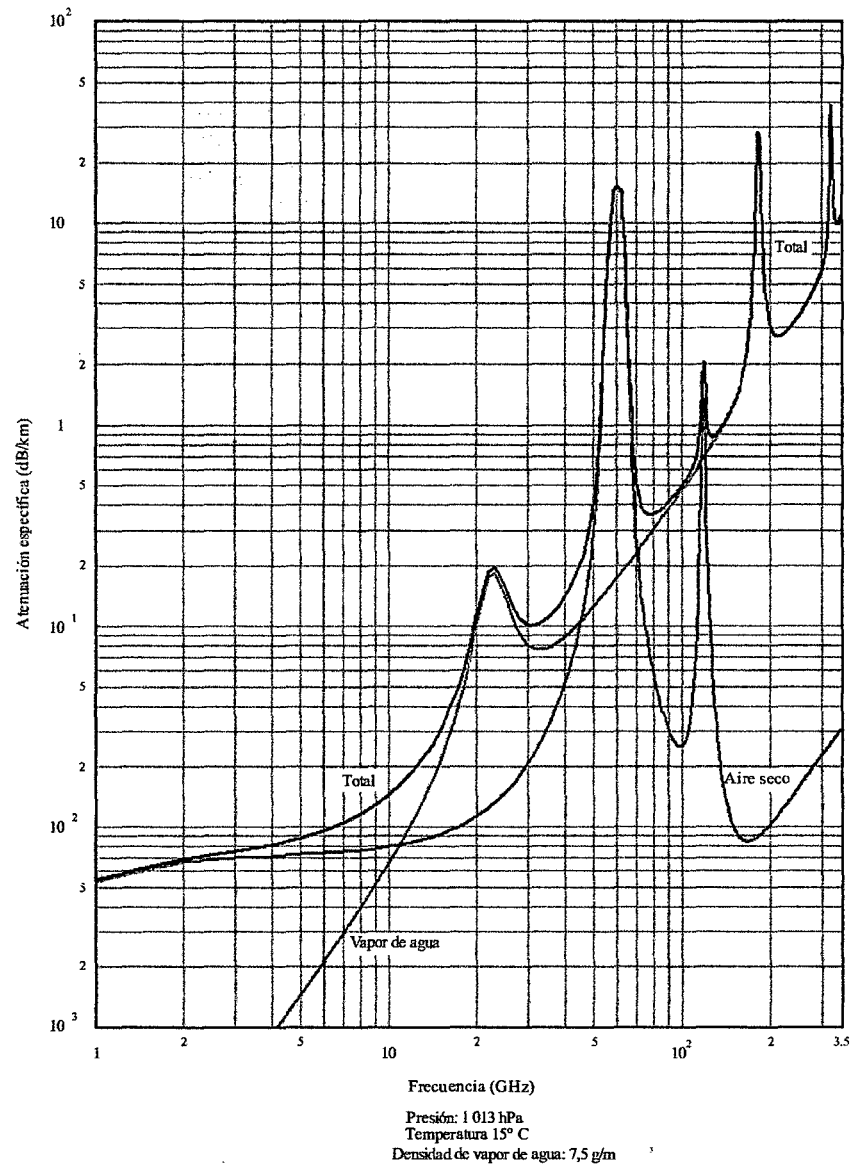


Figura 3.11: Tabla de Atenuaciones según la ITU (UIT-R P.676).[21]

Para el caso de nuestro enlace, trabajando a 22 GHz, tendremos una atenuación de $1,8 \times 10^{-1}$ para vapor de agua y de 10^{-2} para oxígeno (aire seco en la gráfica 3.11), asumiendo pérdidas para enlaces de hasta 1 Km de distancia.

$$A = (0.18 + 0.01) \text{ dB/Km} * 1\text{Km}$$

$$A = 0.19 \text{ dB}$$

- *Pérdidas por Lluvia.*- “Se conoce como atenuación por hidrometeoros L_r a las pérdidas producidas por cualquier fenómeno atmosférico compuesto de agua, ya sea lluvia, granizo o nieve. La lluvia empieza a causar disminución de potencia a partir de frecuencias mayores de 3GHz, esto ocurre debido a efectos de refracción y dispersión.

La ecuación siguiente calculará la atenuación por hidrometeoros, ésta se calcula como el producto del parámetro de atenuación por lluvia α por la distancia de trayectoria atmosférica d_a (Km)”

$$L_r = d_a \alpha$$

Definiendo α :

$$\alpha = aR^b$$

Donde:

R: Es el índice de precipitación (mm/Hr).

a y b : Son coeficientes que varían según la frecuencia.

$$a = \begin{cases} 4,21 * 10^{-5} * f^{2,42} & \text{si } 2,9GHz \leq f < 54GHz \\ 4,09 * 10^{-2} * f^{0,699} & \text{si } 54GHz \leq f < 180GHz \end{cases}$$

$$b = \begin{cases} 1,41 * f^{-0,0779} & \text{si } 8,5GHz \leq f < 25GHz \\ 2,63 * f^{-0,272} & \text{si } 25GHz \leq f < 164GHz \end{cases}$$

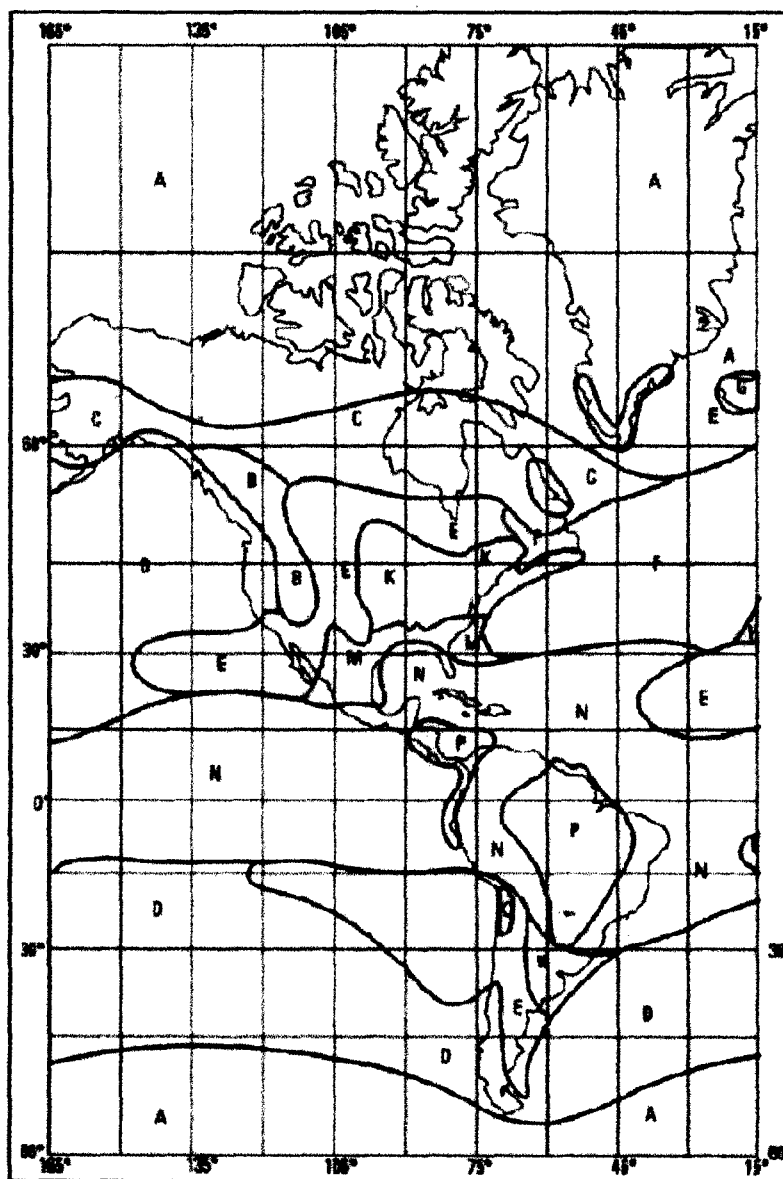


Figura 3.12: Regiones de Lluvia en el Continente Americano

Región de LLuvia	Intensidad <i>mm/hr</i>	Porcentaje de 99.8 %
A	6	0.3
B	12	0.5
C	15	0.7
D	19	0.9
E	22	1.1
F	28	1.4
G	30	1.5
H	32	1.7
J	35	1.8
K	42	2.2
L	60	3.2
M	63	3.4
N	98	4.8
P	145	5.8

Cuadro 3.3: Índices de Precipitación Según Zona Geográfica

Como se indicaba en las expresiones mostradas, la frecuencia deberá estar en GHz.[6]

Para el caso de nuestro enlace se asumirá la zona geográfica N, y una frecuencia de 22 GHz, obteniendo:

$$\alpha = aR^b$$

$$a = 4.21 \cdot 10^{-5} \cdot (22)^{2.42}$$

$$a = 4.21 \cdot 10^{-5} \cdot 1772.81$$

$$a = 7463.53 \cdot 10^{-5}$$

$$a = 0.0746353$$

$$a \approx 0.075$$

$$b = 1.41 * (22)^{-0.0779}$$

$$b = 1.41 * 0.786$$

$$b = 1.10826$$

$$\alpha = 0.075 * (98)^{1.10826}$$

$$\alpha = 0.075 * 160.99$$

$$\alpha = 12.07$$

Para una distancia de 618 m tendremos una atenuación por lluvia aproximada de:

$$L_r = d_a \alpha$$

$$L_r = 0.618 * 12.07$$

$$L_r = 7.45 \text{ dB}$$

3.3. Selección de Hardware

3.3.1. Rack de Equipos.

Dado que los equipos trabajarían ubicados en una sala cerrada, es preciso contar con los medios para su correcto funcionamiento. Se debe proveer al hardware, de un medio de soporte en el cual instalarse, para lo cual se utilizará un bastidor de 19 pulgadas para interiores, ya que presenta las condiciones de ventilación y dimensiones más adecuadas para nuestros equipos.



Figura 3.13: Rack de Equipos

Es necesario también conservar el espacio suficiente para maniobrar y realizar cambios en las instalaciones. Para conservar dichas distancias se seguirá las Normas Eléctricas en Cableado Estructurado NEC - NFPA-70 Artículo 110 - 16, donde se indica que:

“El espacio de trabajo no debe ser menor que 80 cm de ancho delante del equipo eléctrico. El espacio de trabajo debe estar libre y extenderse desde el piso o plataforma hasta la altura exigida por esta Sección. En todos los casos, el espacio de trabajo debe permitir abrir por lo menos 90° las puertas o paneles abisagrados del equipo” [2]

3.3.2. Suministro de Energía.

Suministro en AC.

El suministro en corriente alterna será tomado del existente suministro de energía, el cual consta de una línea de baja tensión monofásica a 220Vac provista por Hídrandina S.A.C.

Se instalará también un tablero de distribución, con el cual se podrá suministrar energía a los equipos que requieran alimentación alterna.

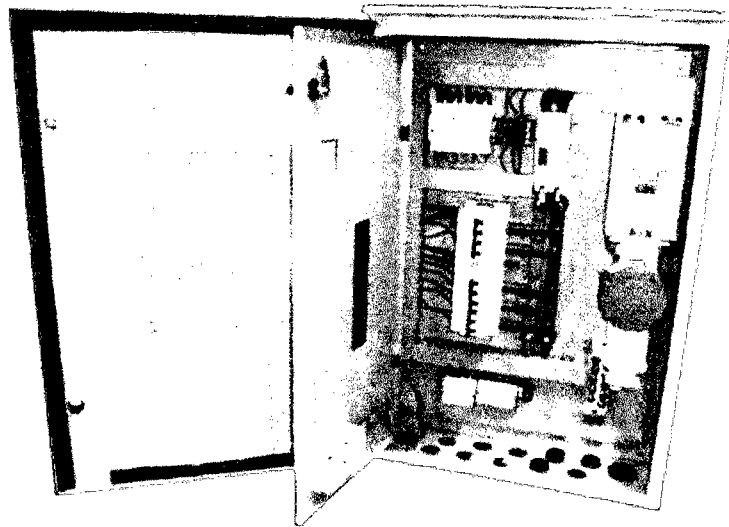


Figura 3.14: Tablero de Distribución

Suministro en DC.

Para alimentar la radio se requiere tensión continua de 48V, para lo cual se deberá utilizar un sistema rectificador. Se plantea para ello el uso del sistema MiniPack de Eltek.

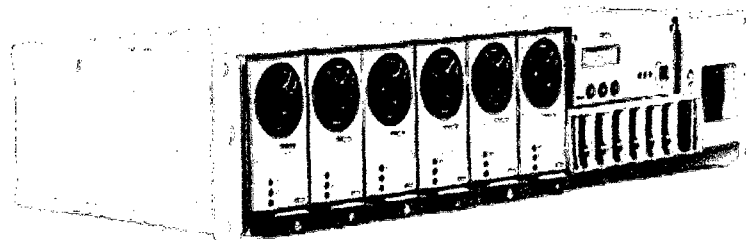


Figura 3.15: Power Core MiniPack Eltek.

Este sistema modular trabaja a 48V y es capaz de entregar hasta 800W por cada módulo instalado, pudiéndose instalar hasta 4 de ellos con alimentación alterna monofásica.

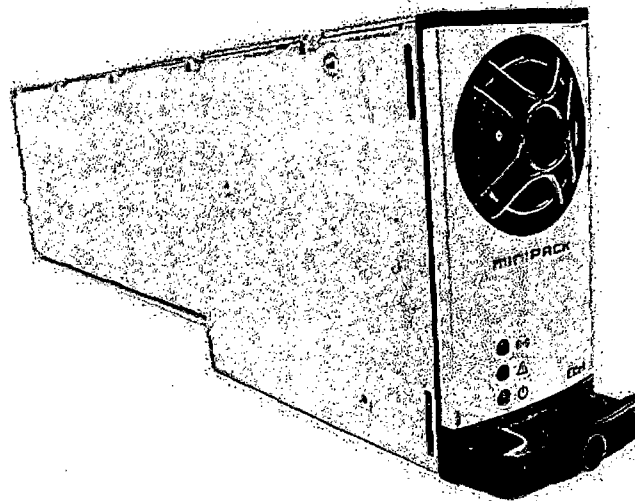


Figura 3.16: Modulo rectificador MiniPack Eltek.

Dado el bajo consumo de la Radio microondas, la cual no supera los 3A, solo será necesario el uso de dos módulos rectificadores, de los cuales uno cumplirá la función de respaldo en caso de avería.

Sus características de tamaño y funcionamiento se detallan en la hoja de datos de Eltek System y Eltek MiniPack.

3.3.3. Radio Microondas.

Por sugerencia de la empresa beneficiada se planificará el radio enlace con equipos de la marca Huawei, para lo cual se requeriría un chasis de radio microondas de Marca Huawei, modelo Optix RTN 910.

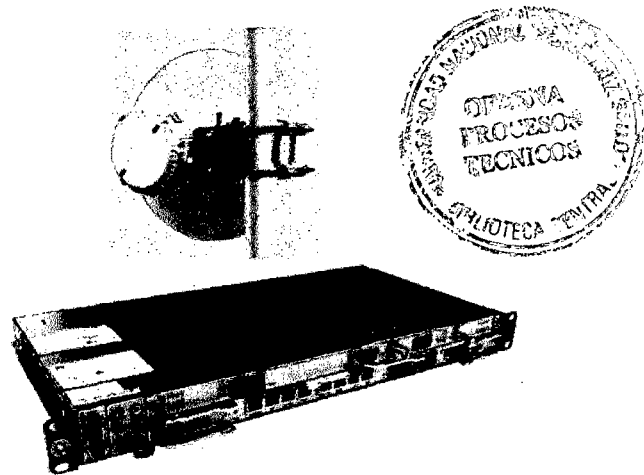


Figura 3.17: Chasis Huawei - modelo Optix RTN 910.

Se instalarán en el chasis una tarjeta controladora (CSHA), la cual cuenta con dos puertos Fast Ethernet para comunicación IP, los cuales serán usados para enrutar el tráfico de nuestra instalación a la red interna de Claro.

Estas tarjetas se encargarán de controlar y gestionar nuestras radios, dado que en ellas se encontrará la configuración de todo nuestro enlace.

El chasis contará también con 2 tarjetas Huawei ISU2 (Intermediate frequency IP SDH Universal - 2), acondicionarán la señal Ethernet a frecuencia intermedia y la enviará desde la IDU (unidad interna del enlace RF) hasta la ODU (Unidad externa).

Cada tarjeta nos permitirá controlar una ODU, de manera que el enlace estará siempre operativo, ya que si una de las ODU se avería, la complementaria entrará en funcionamiento, evitando la afectación del enlace (configuración 1 + 1).

Se deberá instalar también una tarjeta fuente de energía PIU (Power Interface Unit), la cual recibirá la tensión continua de -48 V y la distribuirá de acuerdo a la necesidad requerida por la radio. Adicionalmente deberá contarse también con una tarjeta de ventilación FAN, a fin de mantener la temperatura interna del chasis dentro de los parámetros regulares, esto es entre -5° y 60° .

Este material será suministrado por la empresa beneficiaria del proyecto. Se adjunta hoja de datos de las radios de la familia Optix RTN 900.

3.3.4. Instalación de Elementos Outdoor.

Se contarán con los siguientes elementos outdoor en cada uno de los puntos terminales del enlace microondas:

Acoplador y ODUs.

Ya que se busca mantener una configuración de ODUs 1+1, se instalará un Hybrid Coupler de la marca Huawei, lo cual nos permitirá conectar 2 ODU en nuestro enlace. Dicho coupler también definirá la polarización a utilizar en nuestro enlace y servirá de nexo entre la antena y ODUs.

Para la configuración 1 + 1 se requieren 2 ODU (OutDoor Unit), de manera que si una de ellas se avería o desconecta, la otra asumiría el tráfico del enlace, evitando así pérdida de comunicación entre los 2 puntos.

Las ODUs y el Coupler deberán ser compatibles con la frecuencia deseada, que para nuestro caso es de 22GHz.

Antena.

Se instalará una antena de la marca Andrew y modelo VHLPX1-23, en cada extremo del enlace. Estas antenas presentan las características de frecuencia y ganancia requeridas por nuestro enlace, de manera que serán compatibles con nuestro acoplador y ODUs.

3.3.5. Ubicación del Enrutador y Diseño de Cableado Estructurado.

Enrutador.

Por motivos de comodidad y facilidad de información se plantea el presente proyecto con el uso de un router de la marca Cisco, modelo 1941/K9, el cual consta de un chasis, pero ve limitada su conectividad debido a que solo cuenta con 2 puertos Giga Ethernet.

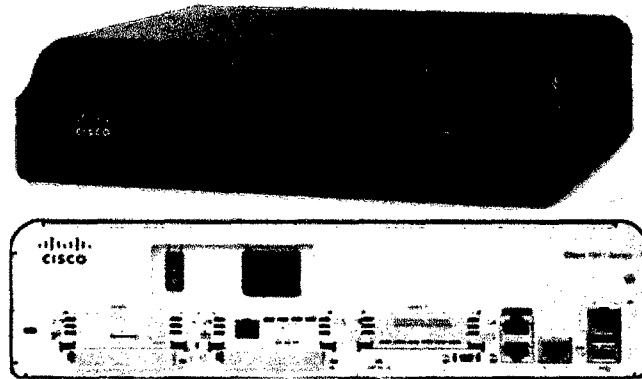


Figura 3.18: Router Cisco 1941/K9.

Para poder conectar de manera directa los 5 puertos requeridos en el proyecto, se deberá ampliar la cantidad de puertos disponibles, utilizando para ello dos tarjetas EHWIC-4ESG, las cuales son compatibles con el chasis 1941 y cuentan con 4 puertos Fast Ethernet cada una.

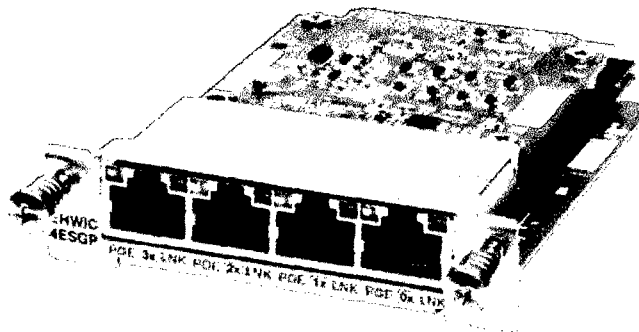


Figura 3.19: Tarjeta Expansión EHWIC-4ESG.

Patch Panel.

Se utilizará un patch panel de 24 puertos - categoría 5E de la marca Satra, no requiriéndose una categoría mayor, dada la poca extensión del área a cubrir. Debido a sus dimensiones, el patch panel podrá instalarse en el mismo rack de equipos, lo

que facilitará su ubicación sin ocupar áreas adicionales.

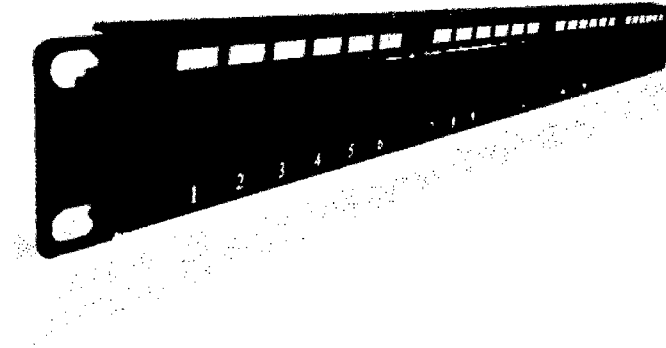


Figura 3.20: Patch Panel.

Cableado y Terminales de Conexión.

En nuestra instalación se requerirá realizar algunos cableados entre equipos, los cuales seguirá distintos protocolos debido a las diferentes funciones que cumplirán. Se detalla a continuación cada uno de ellos:

- *Conexión IDU ODU.*- Se realizará de acuerdo a las especificaciones del fabricante, utilizando para ello cable coaxial RG 223 y conectores.
Se requerirán 2 feeder (cable armado), cada uno de los cuales llevará energía y datos a cada una de las ODU. Este material será suministrado por la empresa beneficiaria del proyecto.
- *Conexión Patch Panel - Puntos Terminales.*- Esta conexión utilizará cable Ethernet hecho, consistente en cable UTP categoría 5, conectores RJ45 hembra (propios del patch panel) y rosetas Ethernet. Al utilizar elementos de categoría 5 o superiores, podremos extender nuestra red hasta 100m y alcanzar capacidades de trabajo de hasta a 100 *Mbit/s*, lo cual supera ampliamente la longitud y tasa de datos requerida por nuestra red.

Para el armado del cable se utilizará la Norma T568, la misma que se detalla en la imagen siguiente:

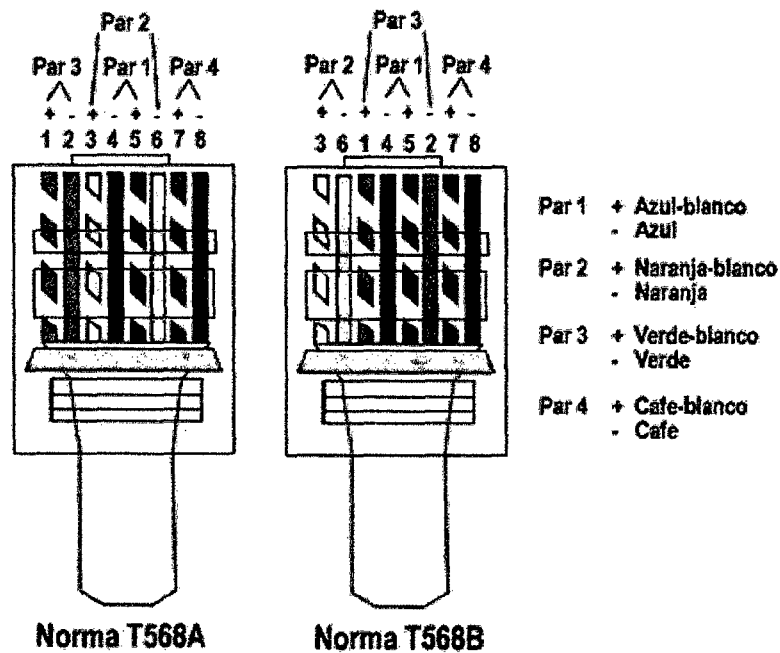


Figura 3.21: Norma T658

En nuestro caso requeriremos conectar nuestro Router (Hub) a PCs (terminales), por lo que optaremos por usar cable directo, es decir encriptar ambos extremos del cable con la misma configuración.

Los puntos terminales serán conectados a rosetas Ethernet y terminales RJ45 hembra. Lo cual difiere físicamente de los conectores RJ45 macho.

En la imagen siguiente se detalla la conexión del cable dentro de la roseta o conectores RJ45 Hembra, a fin de mantener la norma T568 directa:

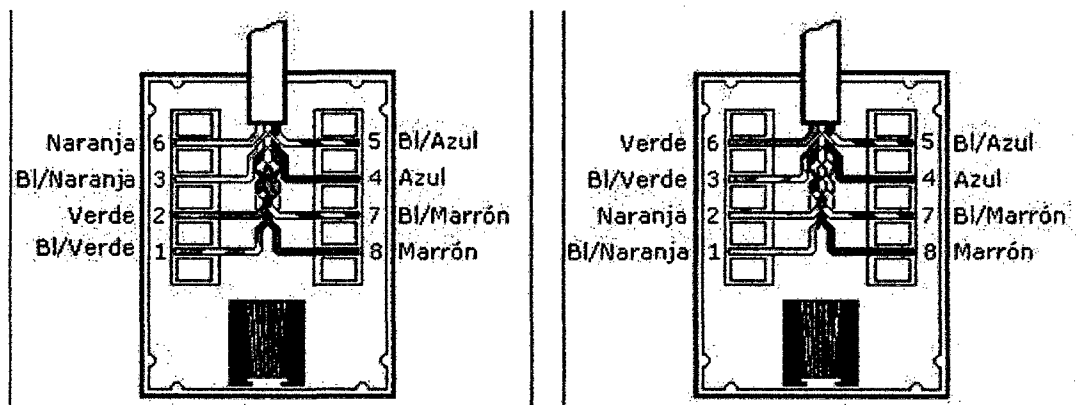


Figura 3.22: Conexión de Rosetas.

- *Conexión Patch Panel Router.*- Se realizará mediante patch cords de categoría 5e de la marca Satra, a fin de mantener las categorías de conexión utilizadas hasta el momento.

Debido a la proximidad de los equipos, no se requerirán grandes longitudes de cable, por lo que bastará con patch cords de 1m.

- *Interconexión Router Radio Microondas.*- Se utilizará un patch cord de categoría 5e de la marca Satra.

3.4. Configuración de Software

Se realizará la configuración de la radio microondas utilizando el gestor Web LCT, suministrado por el proveedor, Huawei. Dicho software deberá ser instalado en una laptop con Windows XP SP3 o versiones posteriores.

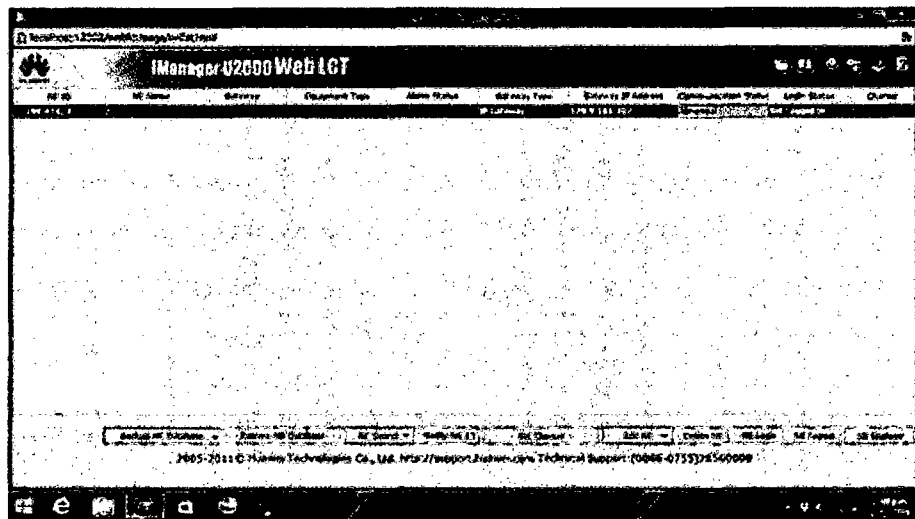


Figura 3.23: Software de Gestión Web LCT.

Para poder acceder a la configuración de la radio se requiere una conexión Ethernet entre el puerto NM (Network Manager) de esta y la laptop. Se utilizará para ello un cable con configuración T568 cruzada.

Para la primera conexión, se deberá configurar el puerto Ethernet de la laptop con el siguiente IP estático:

IP ADDRESS: 129.9.0.X

SN MASK: 255.255.0.0

Siendo: $1 < x < 255$.

Luego de ingresar al gestor, se solicitarán datos de autenticación del SW, los cuales deberán ser ingresados según los siguientes datos:

USER: admin

PASSWORD: admin

Luego de ingresar estos datos, tendremos acceso a la ventana de Lista de Elementos de Red, como la mostrada a continuación:

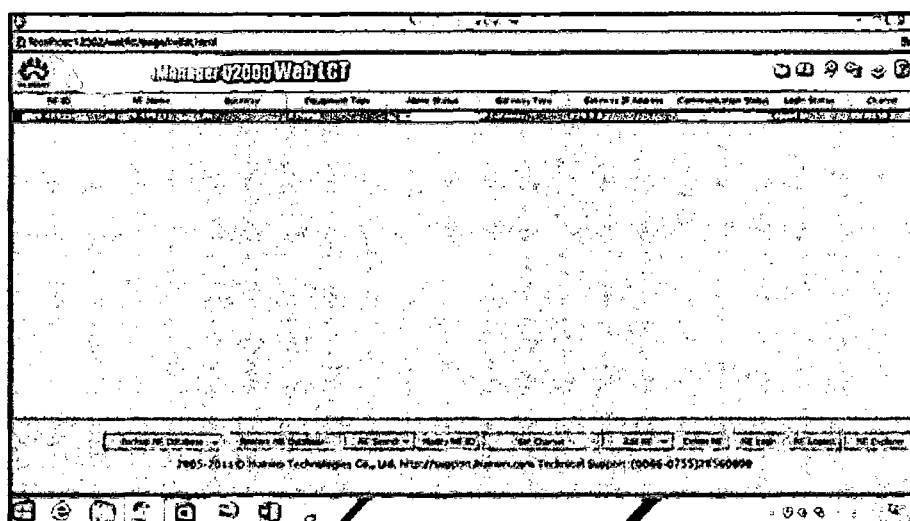


Figura 3.24: Conexión al Gestor.

Si la IP de nuestro Network Element (Radio Microondas) no ha sido reconocida, deberemos realizar una búsqueda automática en NE Search.

Una vez que nuestro NE haya sido hallado por el explorador, procederemos a conectarnos, para lo cual se nos solicitará una nueva autenticación, en este caso deberán solicitarse dichos datos al proveedor de software.

Luego de autenticar nuevamente, ya podremos empezar el comsionamiento de nuestra radio Optix RTN 910. Sin embargo para efectos informativos se ha tomado la configuración gráfica de una radio Optix RTN 950.

Empezaremos agregando las tarjetas una a una, para lo cual desplegaremos el árbol de funciones e ingresaremos en la opción Configuración. Esto nos mostrará una distribución lógica del chasis, permitiendo ingresar tarjetas en cada posición, para lo cual deberemos hacer anti-click en la posición a ocupar por la tarjeta y luego elegir entre la lista de tarjetas posibles.

Procederemos a ingresar la SCH, que cumplirá funciones de Núcleo y que albergará toda la información de frecuencias y protocolos de comunicación de la radio, así como también las interconexiones de los diferentes puertos (cross connections).

Configuraremos también las tarjetas PIU que vienen a ser las fuentes de poder (en el caso de las radios Optix RTN 910 solo se utiliza una por radio), la tarjeta FAN

que funciona como ventilador.

Finalmente ingresaremos las tarjetas ISU2 que cumplirán funciones de IDU, se utilizarán 2 ya que nuestro enlace tendrá una configuración 1 + 1.

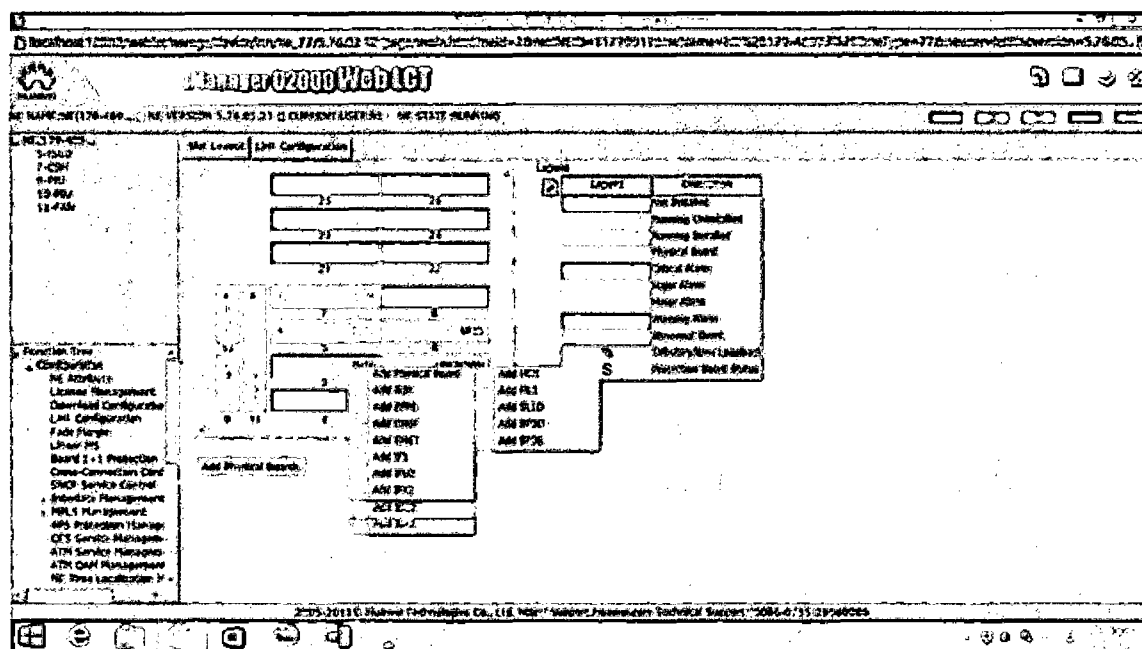


Figura 3.25: Configuración de Unidades Internas.

Procederemos a encender estas tarjetas para poder continuar con la configuración. Para lo cual cambiaremos la posición de los breacker de las tarjetas ISU2 de O a I, esto energizará las ODU y las dejará listas para configurar.

Paso siguiente procederemos a agregar las unidades externas u ODU. Estas unidades solo son configurables si las tarjetas ISU2 están ingresadas en el chasis, encendidas y configuradas.

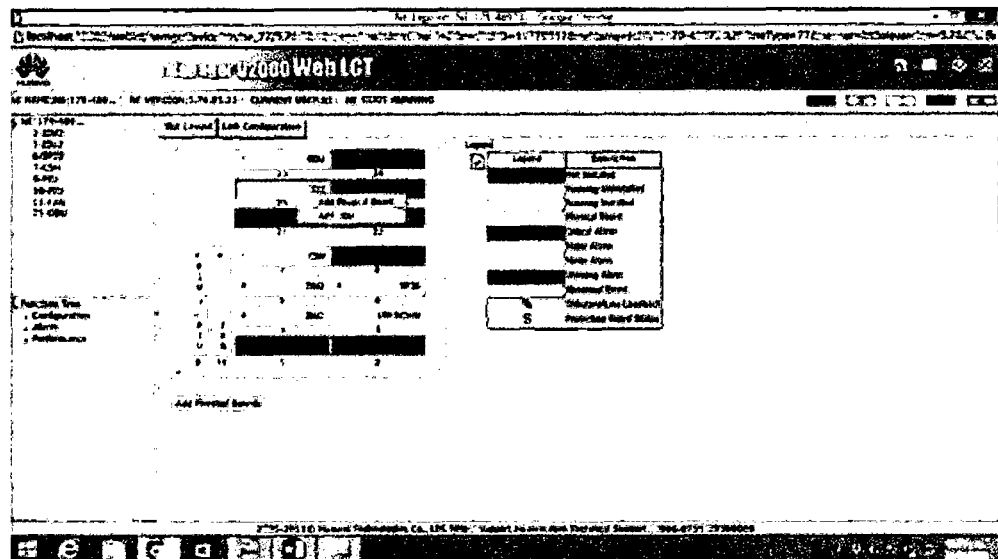


Figura 3.26: Ingreso de Unidades Externas.

Para configurar las ODU, deberemos desplegar el árbol de funciones de la izquierda en configuración y luego ingresar en ODU interface, mostrándose la ventana siguiente:

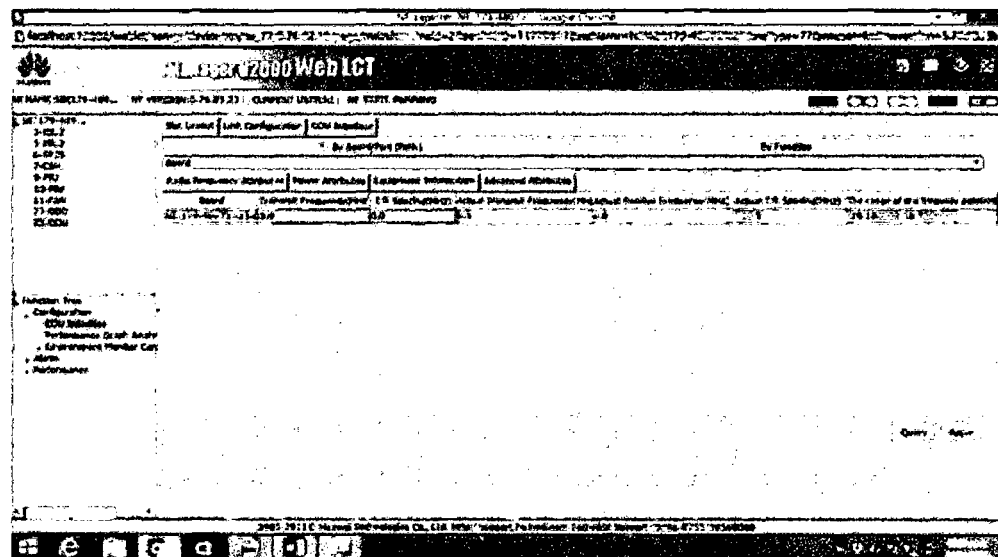


Figura 3.27: Configuración de Unidades Externas.

Ya en este punto procederemos con la configuración de frecuencias y potencias según los datos obtenidos en diseño:

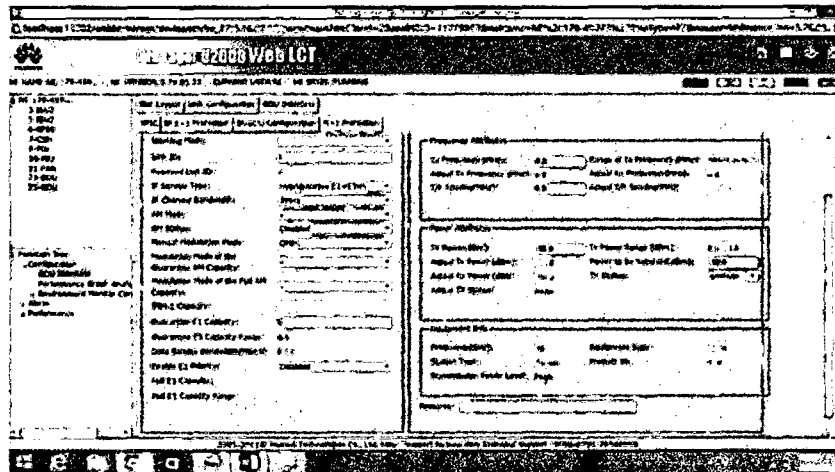


Figura 3.28: Configuración de Frecuencias de Trabajo.

Finalmente nuestro enlace ya estará en condiciones de trabajar. Se muestra en las siguientes imágenes la visualización de todas las tarjetas configuradas y sus respectivas características:

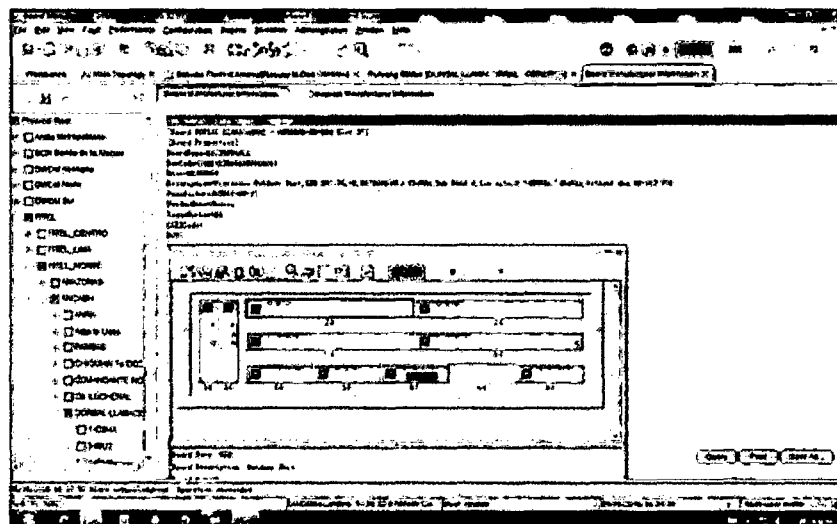


Figura 3.29: Visualización de Características de Unidades Externas.

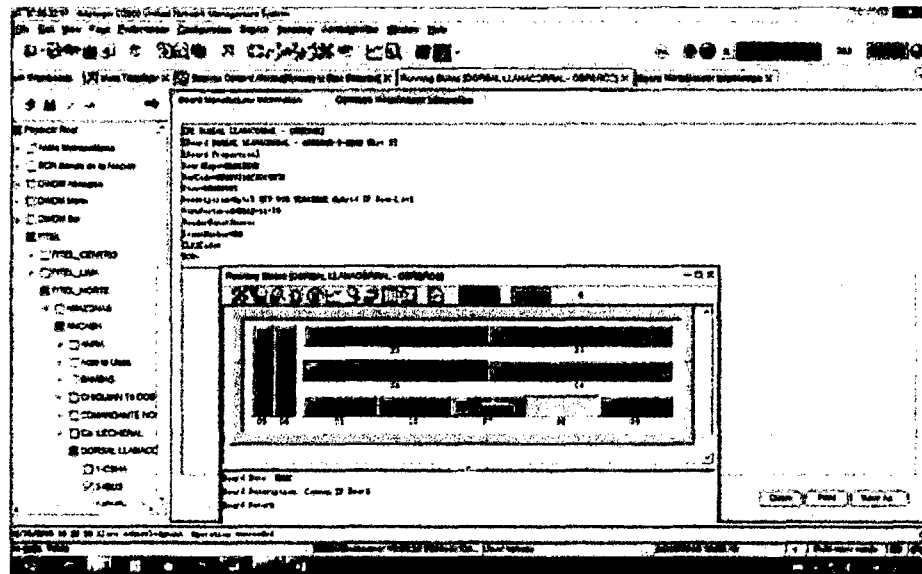


Figura 3.30: Visualización de Características de Unidades Internas.

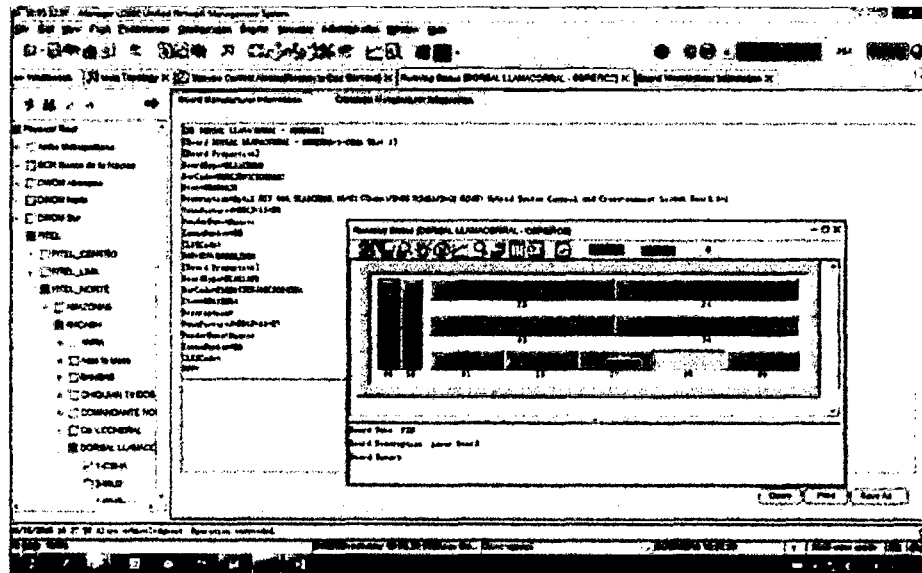


Figura 3.31: Visualización de Características de Tarjeta Controladora.

Observaremos también la configuración de las ODU y las lecturas de frecuencias y potencia de ambos lados del radioenlace.

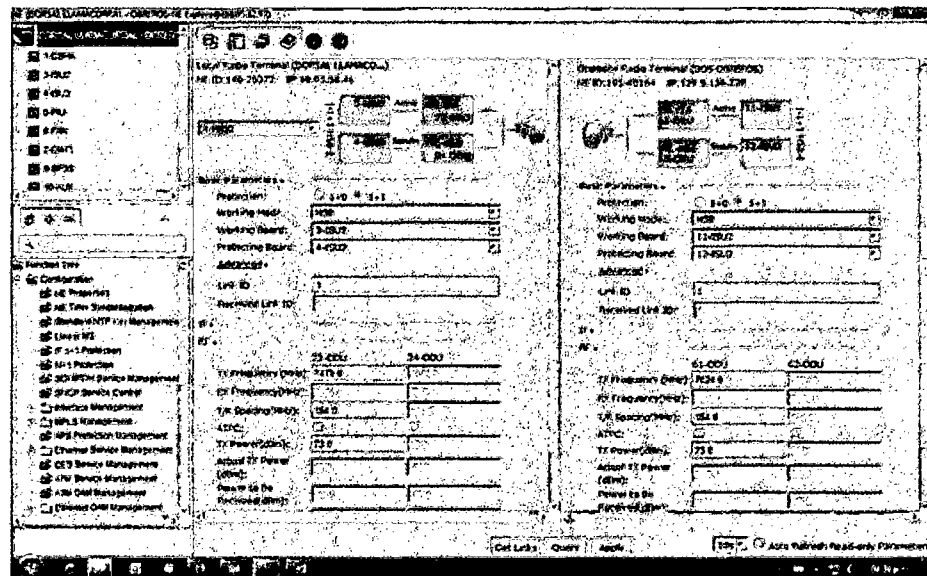


Figura 3.32: Visualización de Frecuencias Configuradas.

La configuración de la frecuencia de las radios, deberá ser complementaria, de manera que la frecuencia de transmisión de uno de los terminales deberá ser igual a la frecuencia de recepción del otro y viceversa.

Capítulo 4

Resultados

4.1. Simulación y Pruebas

Debido a la incompatibilidad de los simuladores a utilizar, se realizarán las pruebas del enlace microondas y la red LAN por separado, a fin de verificar su correcto funcionamiento con el software respectivo.

4.1.1. Simulación de Enlace Microondas

Para la simulación del funcionamiento del enlace microondas se utilizará, como se había previsto, el programa Radio Mobile.

Esta potente herramienta es un programa de simulación de radio-propagación gratuito, desarrollado por Roger Coudé para predecir el comportamiento de sistemas radio, simular radioenlaces y representar el área de cobertura de una red de radiocomunicaciones, entre otras funciones.

Se procederá entonces con la simulación, detallándose a continuación cada paso seguido hasta la verificación del funcionamiento del radioenlace:

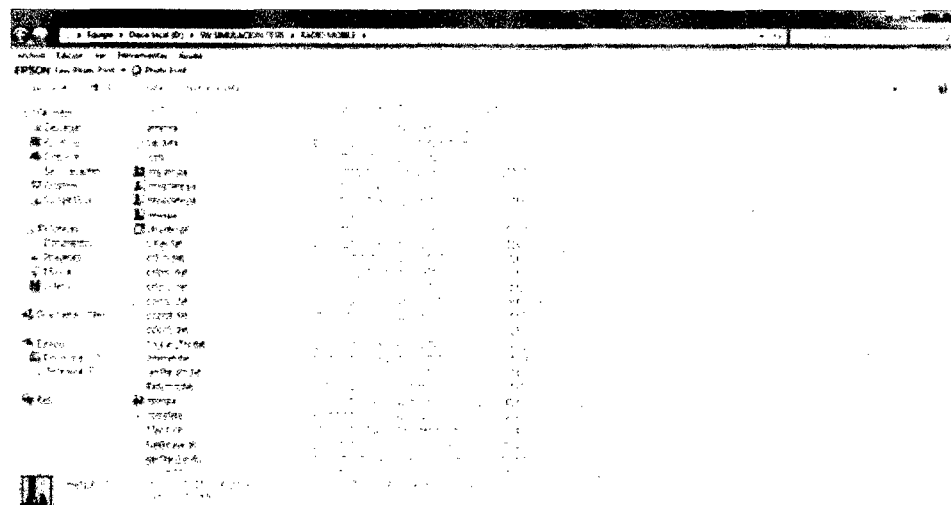


Figura 4.1: Ejecución del Software

Luego de iniciarse el programa se accede a la opción **nueva red**, esto abrirá una ventana donde se deberá ingresar el máximo número de redes, número de unidades

(puntos a comunicar), numero de sistemas (enlaces punto a punto) y la memoria necesaria estimada. Se sugiere dejar la configuración por defecto en caso de no necesitar incrementar las cantidades.

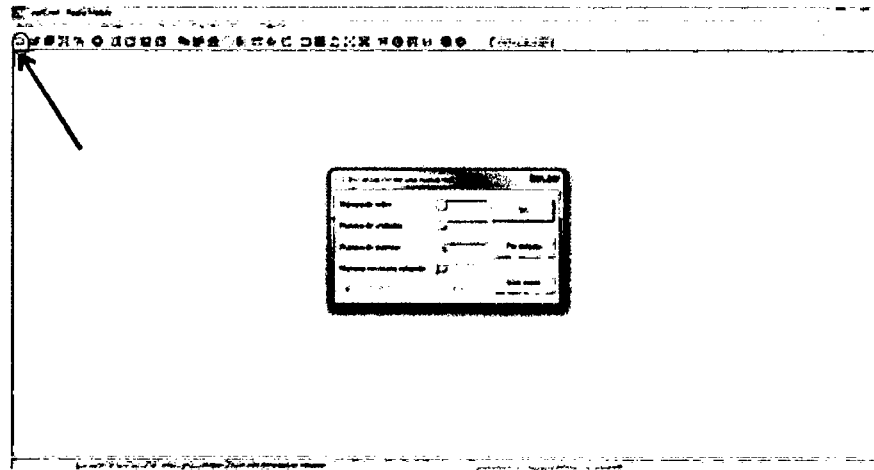


Figura 4.2: Radio Mobile - Acceso a Nueva Red

Acto seguido deberemos configurar el mapa en el cual instalaremos nuestras redes, para lo cual iremos a **propiedades del mapa**, ingresando los datos de ubicación en los que se desee trabajar:

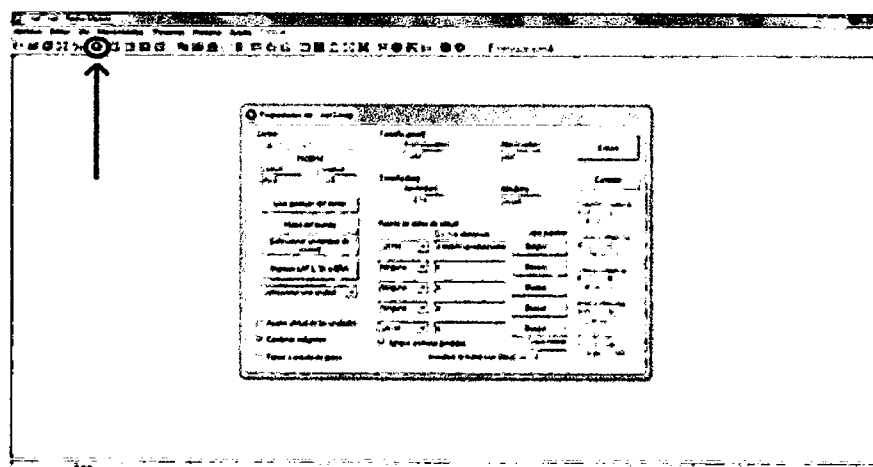


Figura 4.3: Radio Mobile - Acceso a Propiedades del Mapa

Deberemos ingresar las coordenadas del punto central del mapa (se sugiere usar un punto comprendido entre nuestros terminales) y la altitud desde la cual se quiera observar el mapa. En nuestro caso bastará un mapa de $1Km \times 2,25Km$ concéntrico al punto central de nuestro enlace, con esto ya podremos extraer nuestro mapa del banco de mapas de software:

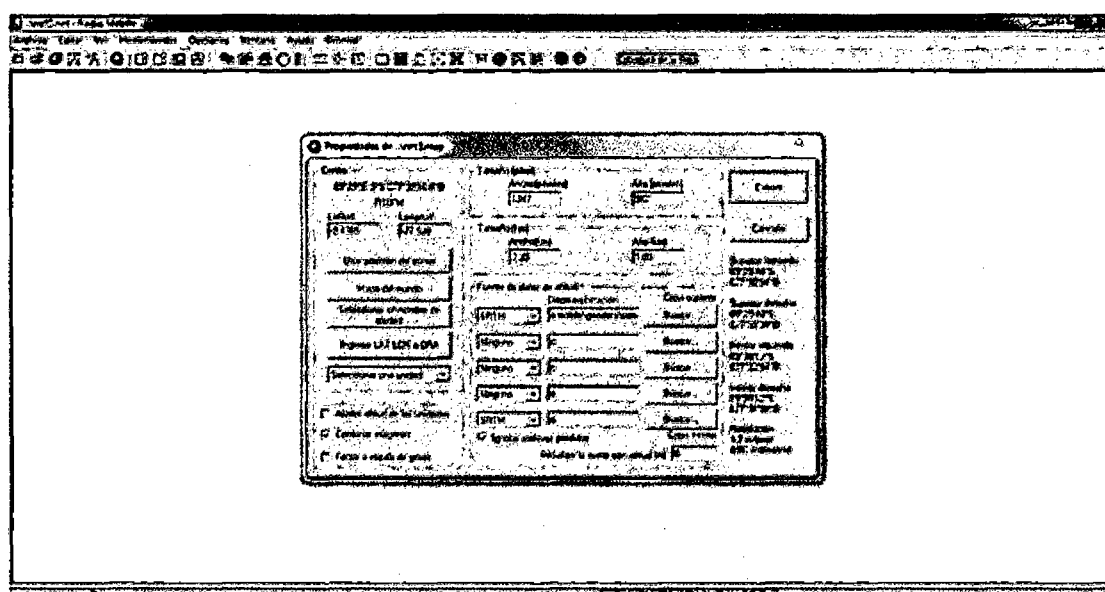


Figura 4.4: Radio Mobile - Ingresando Coordenadas de Punto Central

Eso nos generará un mapa con curvas de nivel, sin embargo podremos acceder a mapas más detallados a través de herramientas como Google Earth u otros mapas contenidos en servidores remotos. En nuestro caso usaremos la opción Internet Virtual Earth, en modo híbrido:

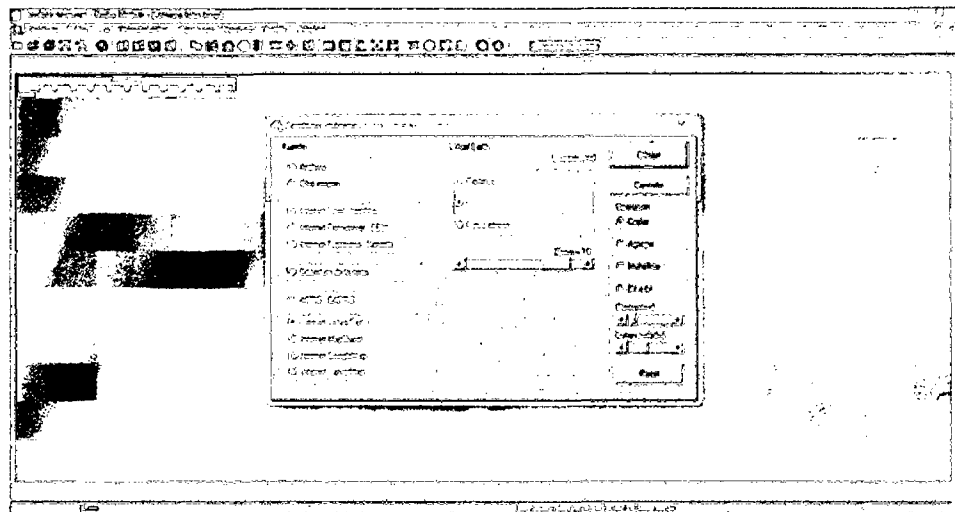


Figura 4.5: Radio Mobile - Curvas de Nivel

Luego de un click en Dibujar, obtendremos un mapa como el mostrado a continuación:



Figura 4.6: Radio Mobile - Mapa Obtenido Utilizando Internet Virtual Earth

Ahora procederemos a configurar los terminales, para lo cual accedemos en **propiedades de las unidades**, donde ingresaremos datos de ubicación (INGRESAR LAT LON O QRA) y altitud para cada una de nuestras unidades de red:

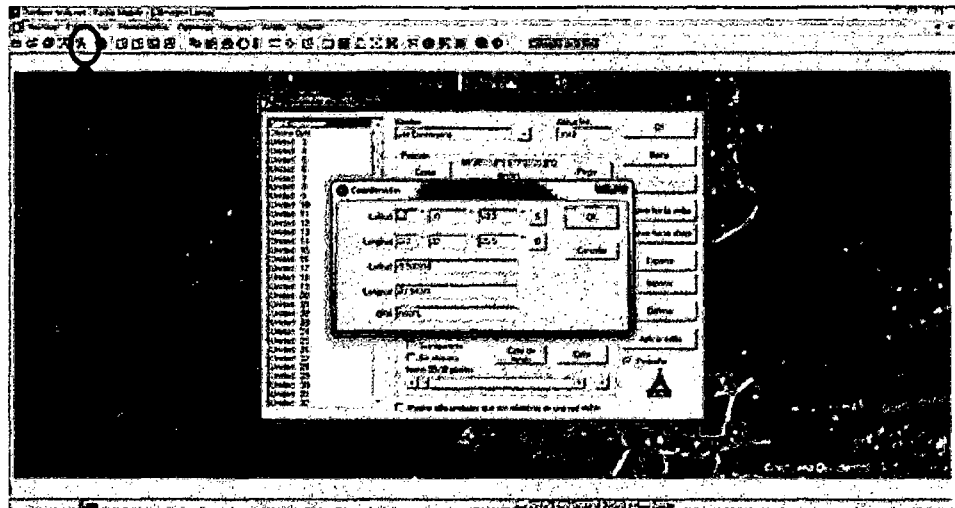


Figura 4.7: Radio Mobile - Ubicación y altitud de site Cancaryaco.

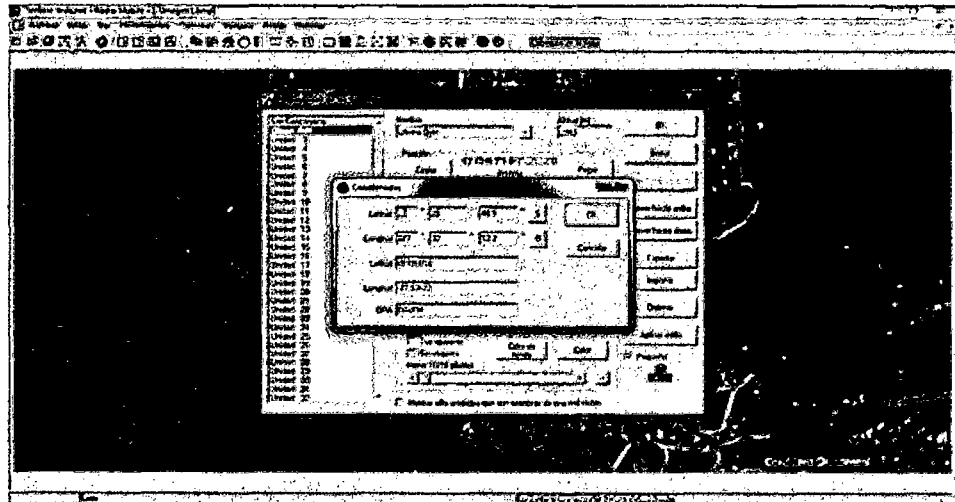


Figura 4.8: Radio Mobile - Ubicación y altitud Oficina OyM.

Una vez ingresado nuestros elementos de red, procederemos a configurar las redes, para lo cual ingresaremos a **propiedades de las redes**, aquí deberemos configurar los parámetros de nuestra red. Iniciaremos configurando las frecuencias a utilizar:

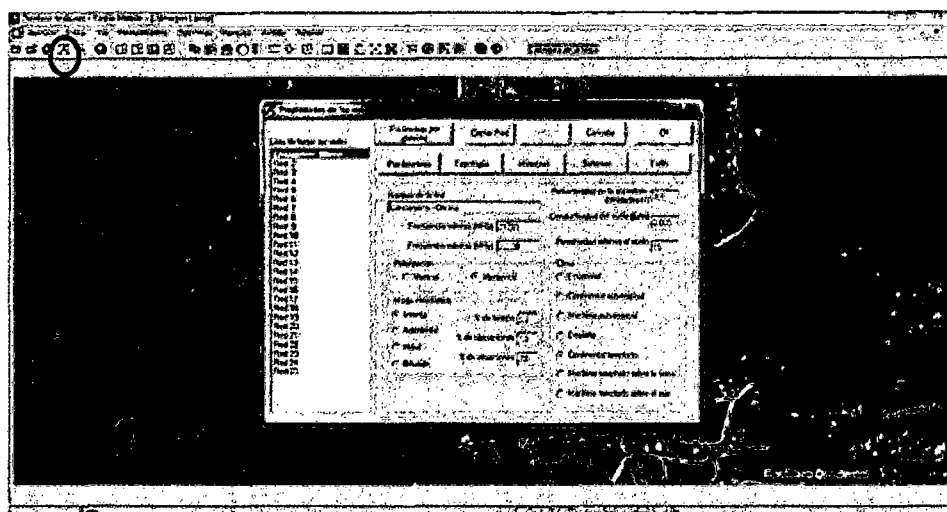


Figura 4.9: Radio Mobile - Ingresando Frecuencias Que Utilizaremos.

Según el diseño de nuestro enlace, las frecuencias que configuraremos son próximas a los 22 GHz.

Configuraremos luego la topología de nuestra red, dado que nuestra red solo utilizar dos terminales, podremos utilizar cualquiera de las configuraciones:

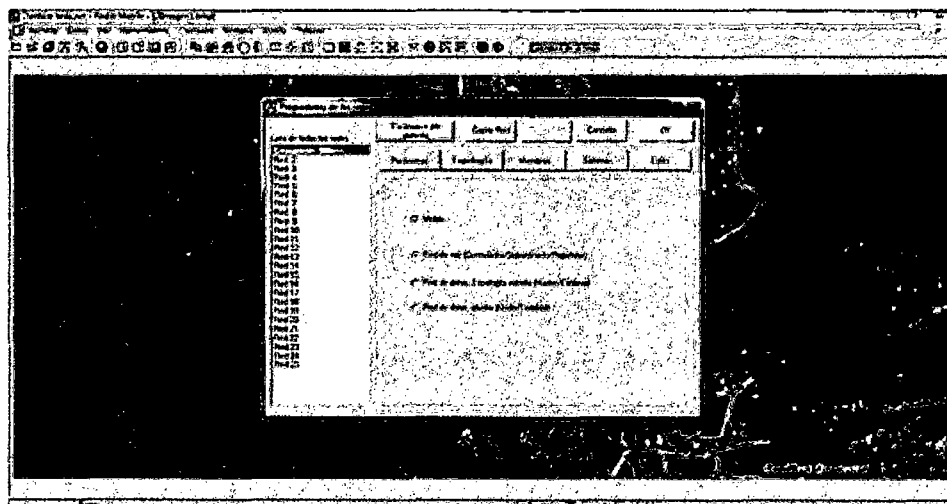


Figura 4.10: Radio Mobile - Configuración de Topología de la Red.

Acto seguido, incluiremos los elementos de red como miembros de nuestro enlace, indicando hacia donde deberá apuntar cada antena (azimut y elevación), el tamaño de nuestras torres y la función que cumplirá cada uno de nuestros terminales:

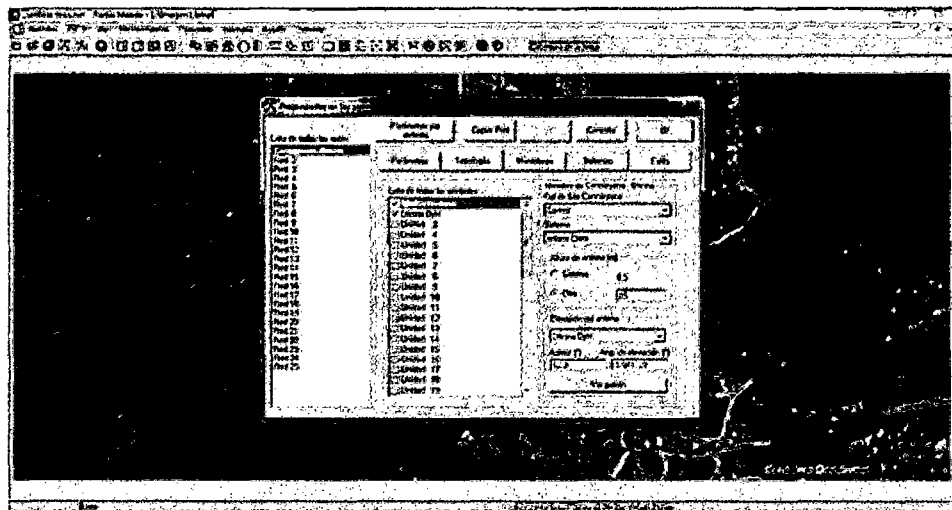


Figura 4.11: Radio Mobile - Direccionamiento de Antena Site Cancaryaco.

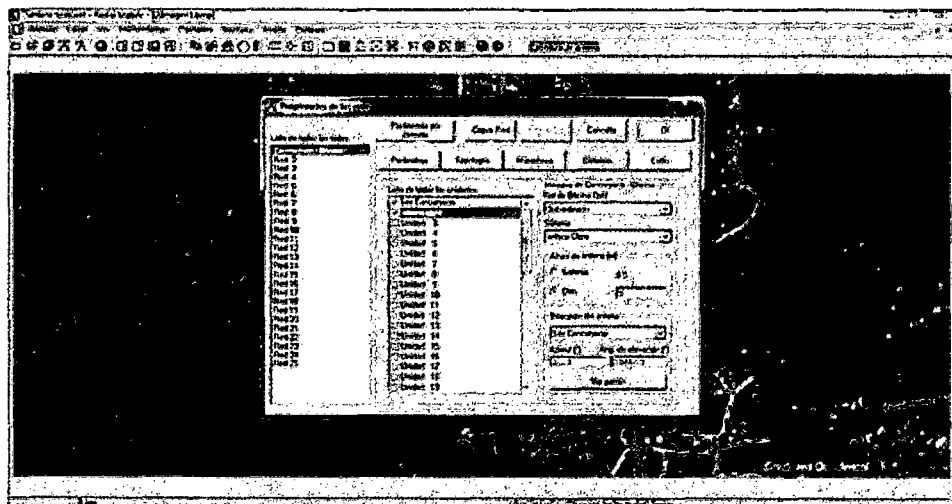


Figura 4.12: Radio Mobile - Direccionamiento de Antena Site Oficina OyM.

Luego pasaremos a configurar los parámetros de nuestro enlace, como la potencia

de transmisión, las pérdidas de acoplamiento, los umbrales de recepción y ganancias de las antenas:

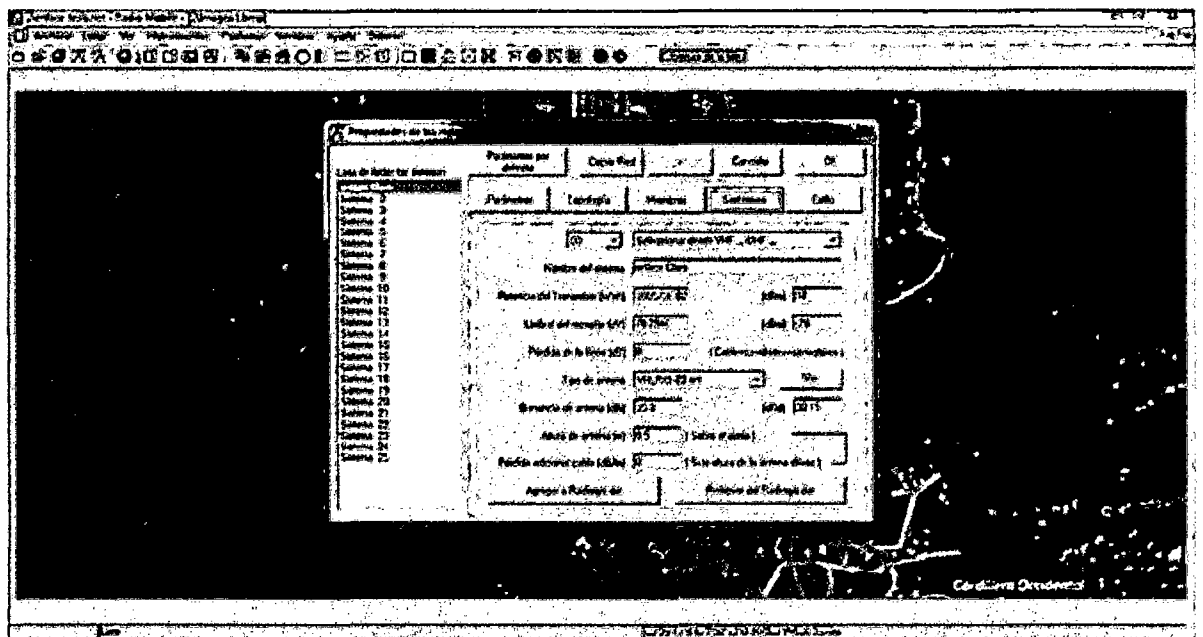


Figura 4.13: Radio Mobile - Parámetros de Enlace.

Otro parámetro importante a tener en cuenta es el patrón de radiación de la antena, en nuestro caso será una antena *VHLPX1 – 23* (antena que admite polarización cruzada, de 1 pie de diámetro y 23 GHz de frecuencia). Dado que este patrón no viene incluido en el software, tuvo que ser configurado manualmente, obteniéndose un lóbulo principal con las siguientes características:

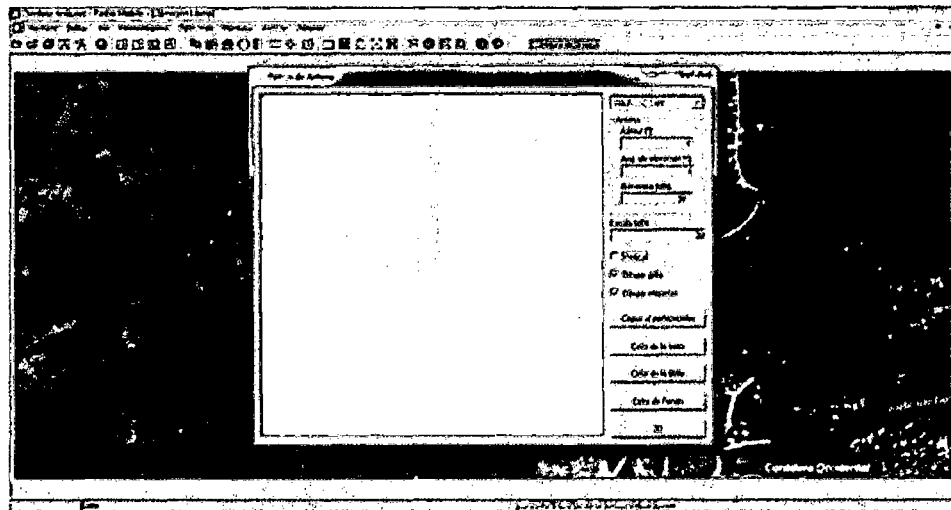
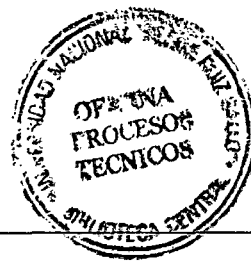


Figura 4.14: Radio Mobile - Patrón de Radiación de antena Andrew VHLPX1-23

En Estilo no realizaremos cambios, ya que solo se detallan los colores a utilizar para indicar el funcionamiento o problemas de nuestro enlace:

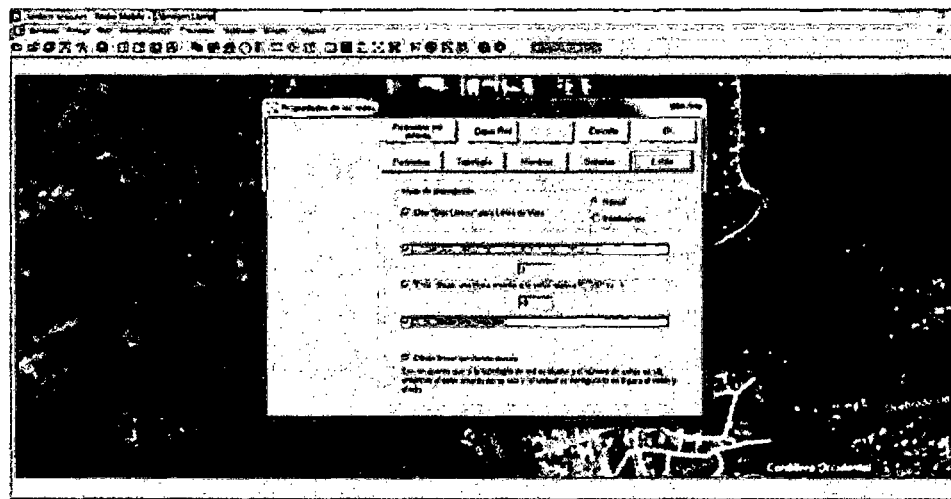


Figura 4.15: Radio Mobile - Acceso a Opciones de Estilo

Finalmente visualizaremos nuestra red con el ícono **mostrar redes**:

4.1.2. Simulación de la Red LAN

Para la simulación de la red LAN se usará el software “Packet Tracer”, que fue desarrollado y es usado por fines educativos por “CISCO”, lo utiliza mucho en sus certificaciones CCNA.

Se procederá entonces con la simulación, detallándose a continuación cada paso seguido hasta la verificación del funcionamiento de la red lan:

Prevía instalación del software, iniciaremos el programa Packet Tracer V6.0.1.0011, con lo cual nos mostrara el siguiente interfaz.

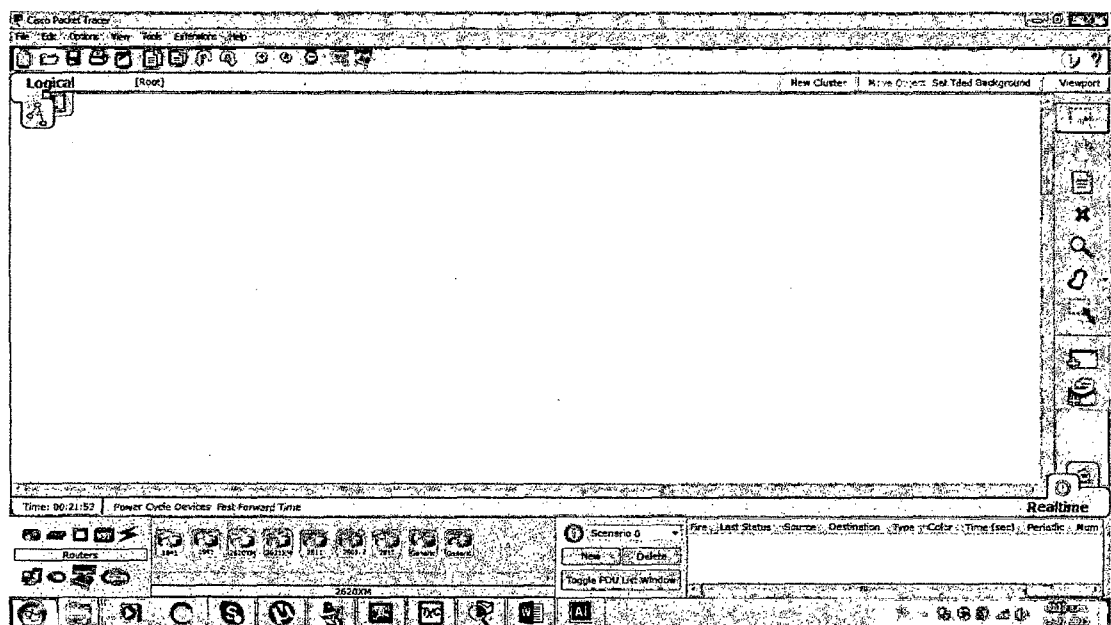


Figura 4.18: Packet Tracer - Interfaz

Luego de iniciar el programa, iniciaremos a armar nuestra red, para lo cual escogeremos los siguientes equipos:

- 1 Router 1941
- 4 ordenadores.
- 1 servidor (solo lo usaremos como reemplazo de la radio microondas, para la simulación).

Estos equipos los podemos encontrar en la barra inferior izquierda del programa; primero seleccionamos el equipo a utilizar y luego el modelo, en nuestro caso vamos a seleccionar primero “Routers”, luego seleccionamos el modelo de router, en nuestro caso el de la serie 1941, como se muestra en la imagen:

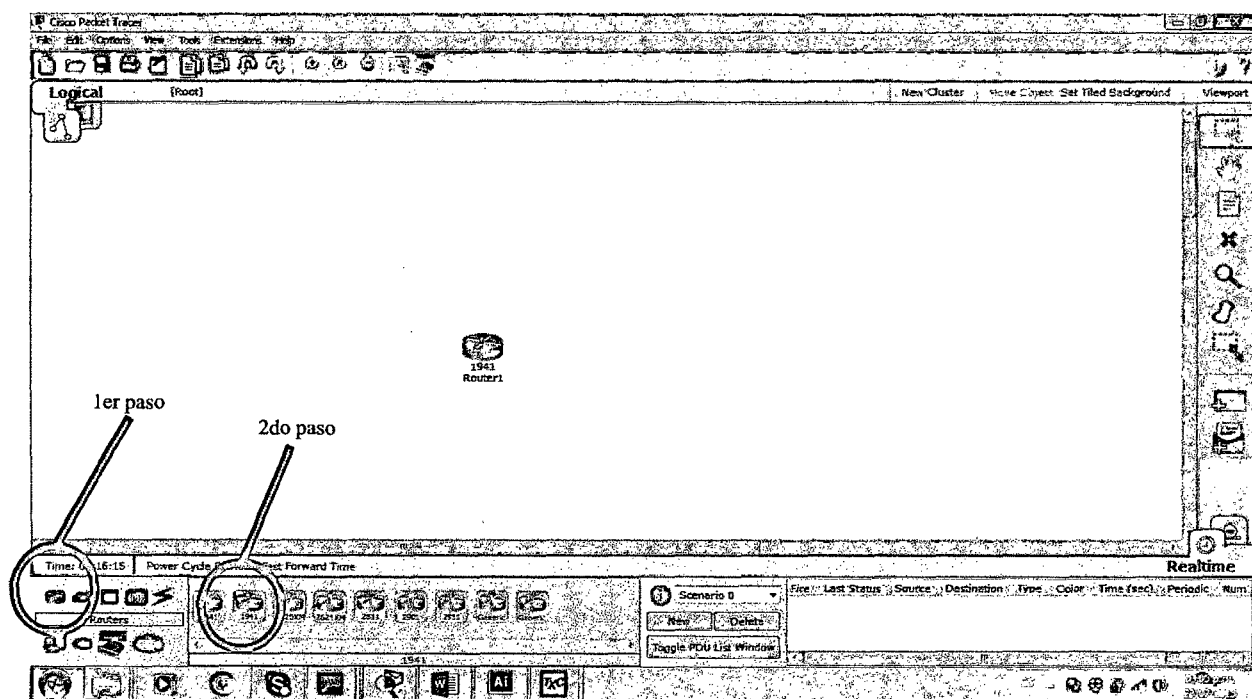


Figura 4.19: Packet Tracer - Selección del Router

Ahora seleccionamos los 4 ordenadores, procedemos primero a seleccionar “End Device”, luego seleccionamos “Generic” (que son los ordenadores) en total 4; tambien en este mismo apartado seleccionamos el servidor. como se muestra en la imagen.

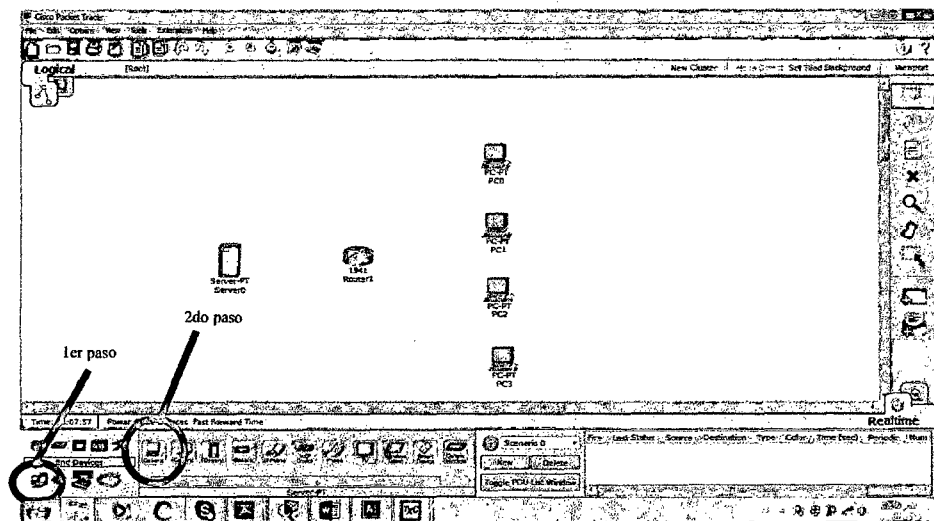


Figura 4.20: Packet Tracer - Selección de los Ordenadores y Servidor

Ahora tenemos que entrar a configurar el router para lo cual damos click a dicho router. una vez dentro de la configuración de este vamos a la pestaña Physical, ahora nos dirigimos a los módulos de expansión y seleccionamos el módulo “HWIC-4ESW” que es un módulo que nos proporciona 4 puertos FAST ETHERNET.

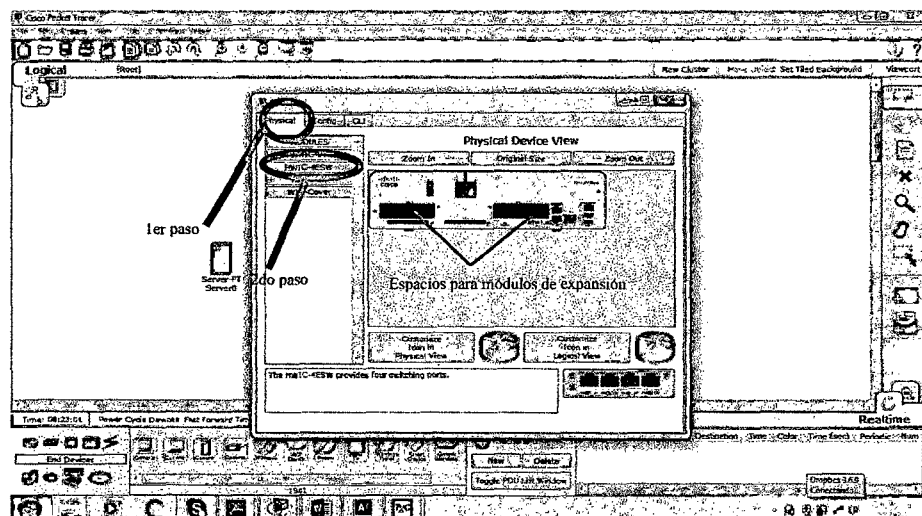


Figura 4.21: Packet Tracer - Configuración del Router

Para montarlas tenemos que apagar el Router, para eso solo presionamos el switch de encendido. Luego arrastramos los módulos hacia los espacios libres del equipo, uno por uno, por último encendemos router presionando el switch de encendido.

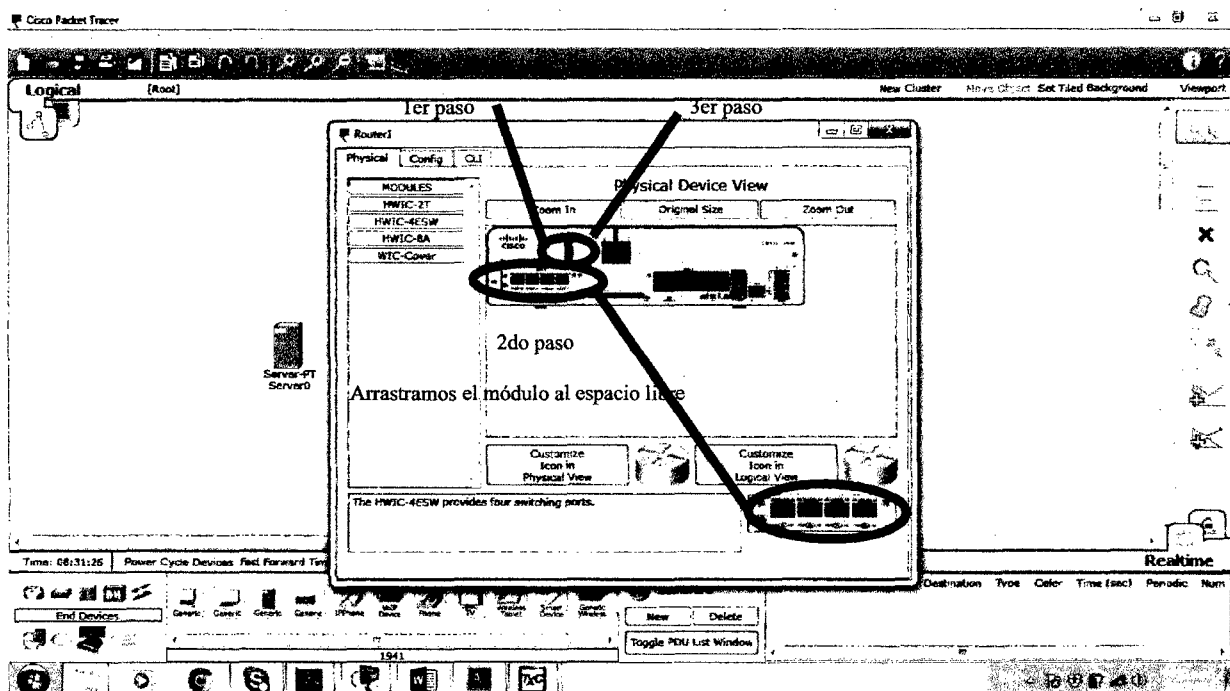


Figura 4.22: Packet Tracer - Montaje de Tarjetas de Expansión HWIC-4ESW

Ahora conectamos los ordenadores y servidor con el router, para lo cual nos ubicamos en la parte inferior izquierda del programa y primero seleccionamos “Connections”, ahora seleccionamos el tipo de cable a utilizar, en nuestro caso sera un Copper “Straight-Through”(Cable directo). Una vez seleccionado el tipo de cable nos dirigimos al ordenador le damos click y nos dara la opción de conectar el cable en un puerto(Fast Ethernet o RS232), eligiaremos el Fast Ethernet.

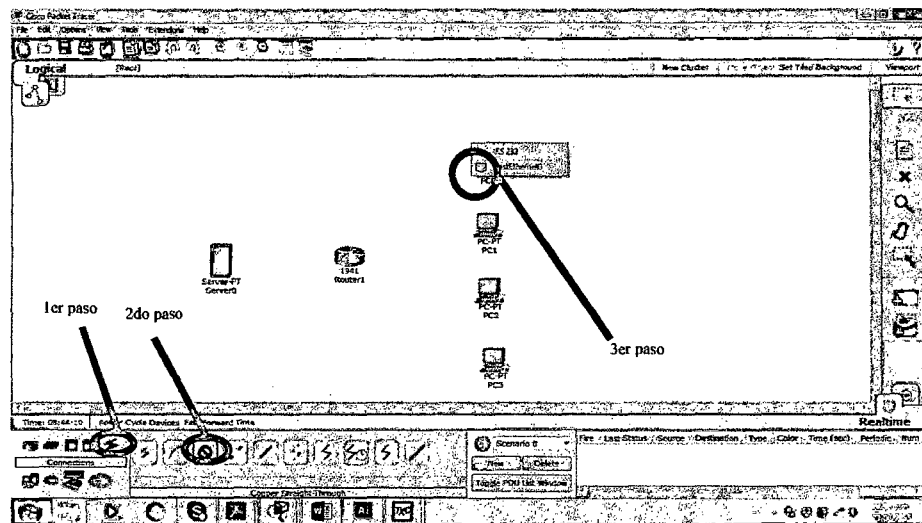


Figura 4.23: Packet Tracer - Conexión del Ordenador

Ahora damos click al router y nos dara una lista de puertos a los que podemos conectar, eligiremos el puerto Fast Ethernet 0/1/0. con esto ya hemos realizado la conexión del cable entre el Router y el Ordenador 1

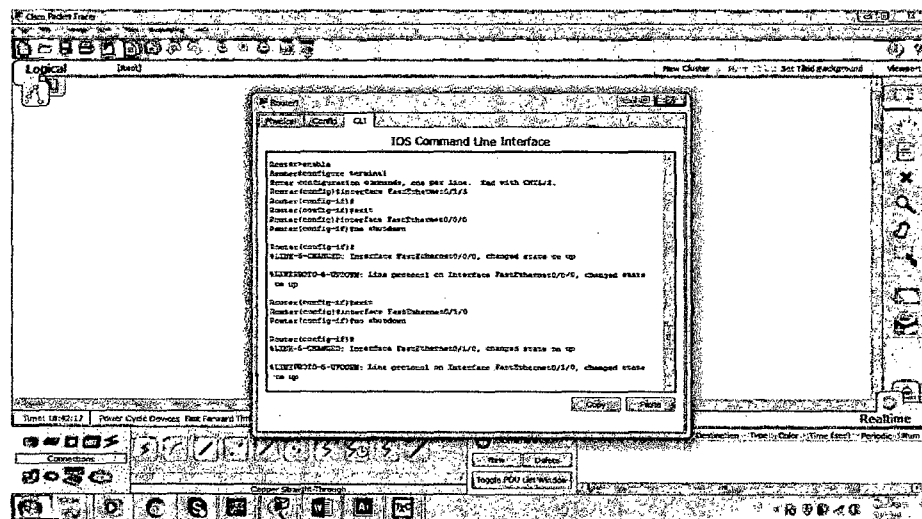


Figura 4.24: Packet Tracer - Conexión del Router

Ahora terminamos conectando los ordenadores y la radio que quedan con el Rou-

ter. siguiendo la tabla 4.1.

Puertos Router	End Devices
FastEthernet0/1/0	Ordenador 1
FastEthernet0/1/1	Ordenador 2
FastEthernet0/1/2	Ordenador 3
FastEthernet0/1/3	Ordenador 4
FastEthernet0/0/0	Radio

Cuadro 4.1: Lista de Conexión de los Puertos del Router

Una vez conectados todos los dispositivos, nos fijamos en la imagen 4.25 que en los extremos de cada cable nos presentan un punto rojo, el cual representa que están conectados pero que no tienen comunicación entre sí.

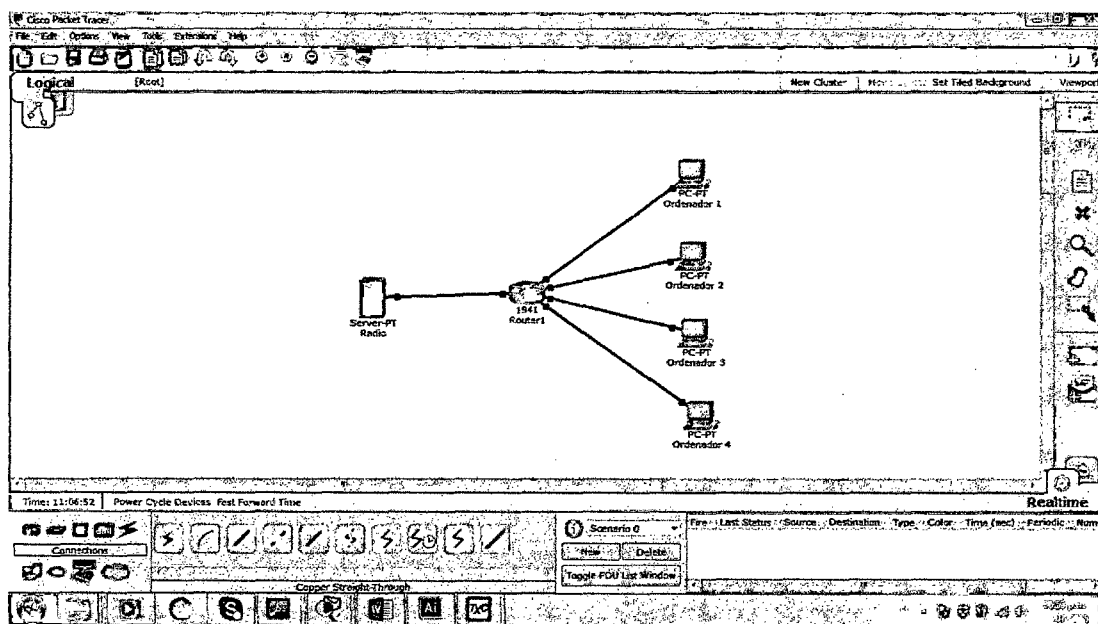


Figura 4.25: Packet Tracer - Conexión entre Router y Dispositivos finales

Esto ocurre por que no heinos configurado la tarjeta de red de los ordenadores

y servidor, faltando que le asignemos una dirección IP. Tampoco hemos configurado los Puertos del Router.

Ahora vamos a proceder a configurar el Router, para lo cual ingresamos la ventana de configuración del mismo dando click sobre este; ahora nos dirigimos a la pestaña CLI he ingresamos las siguientes lineas de comandos para habilitar los puertos Fast Ethernet que utilizaremos:

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#interface FastEthernet0/0/0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#
Router(config)#interface FastEthernet0/1/0
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface FastEthernet0/1/1
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface FastEthernet0/1/2
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
Router(config)#interface FastEthernet0/1/3
Router(config-if)#no shutdown
Router(config-if)#exit
```

Comandos para que los puertos un vez habilitados se integren a la VLAN 5.

```
Router>enable
Router#configure terminal
Router(config)#interface range fa0/1/0 - 3
Router(config)#switchport access VLAN 5
Router(config)#interface fa0/0/0
Router(config)#switchport access VLAN 5
Router(config)#exit
```

A continuación mostraremos en la imagen 4.26 la configuración del router por CLI (Interfaz de línea de comandos).

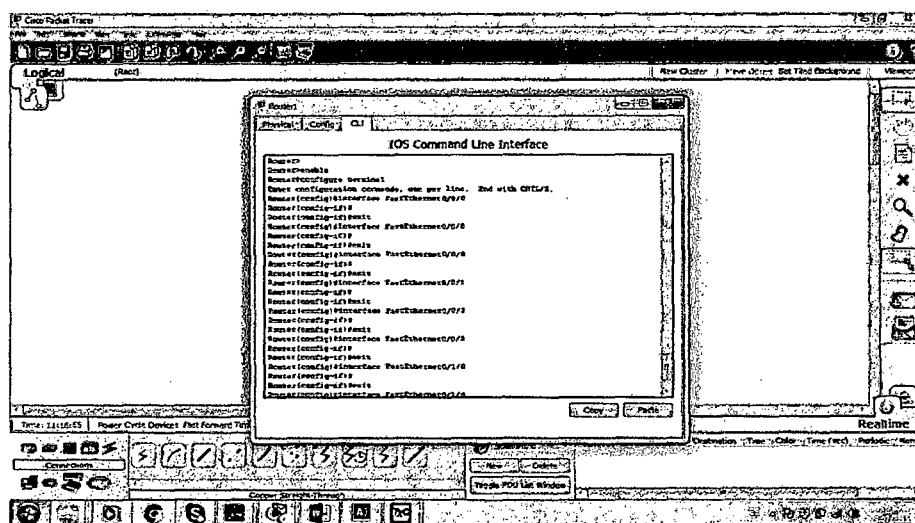


Figura 4.26: Packet Tracer - Línea de Comandos

Ahora configuramos las tarjetas de red de los ordenadores y el servidor (radio). para lo cual vamos a seguir la tabla 4.2, que nos muestra el direccionamiento y conexión para cada dispositivo.

Dispositivo	Interfaz	Dirección IP	Mascara de subred	Gateway	Ubicación en switch
Ordenador 1	VLAN 5	192.168.20.11	255.255.255.0	192.168.20.1	Fa 0/1/0
Ordenador 2	VLAN 5	192.168.20.12	255.255.255.0	192.168.20.1	Fa 0/1/1
Ordenador 3	VLAN 5	192.168.20.13	255.255.255.0	192.168.20.1	Fa 0/1/2
Ordenador 4	VLAN 5	192.168.20.14	255.255.255.0	192.168.20.1	Fa 0/1/3
Radio	VLAN 5	192.168.20.2	255.255.255.0	192.168.20.1	Fa 0/0/0

Cuadro 4.2: Tabla de Direccionamiento

Ahora ingresamos a configuración de la tarjeta de red de los ordenadores, para lo cual tenemos que dar click sobre el ordenador y nos apareciera una ventana con cuatro pestañas. Ahora nos dirigimos a la pestaña "Config", luego ingresamos el gateway que le corresponde segun la tabla 4.2. Como se muestra en la imagen 4.27.

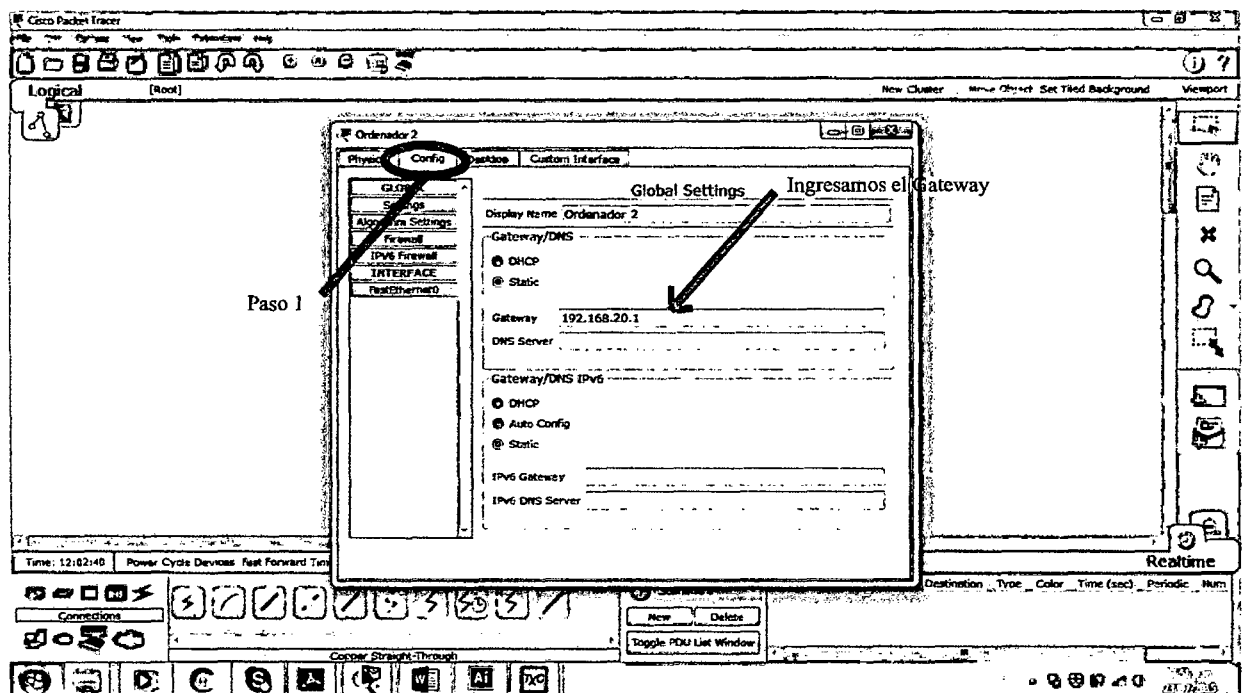


Figura 4.27: Packet Tracer - Ingresamos el Gateway a la Tarjeta de Red del Ordenador.

Ahora corresponde ingresar la dirección IP y Mascara de subred, para lo cual tenemos que dar click en el apartado fastethernet 0, he ingresamos la dirección IP y su respectiva mascara subred según la tabla 4.2.

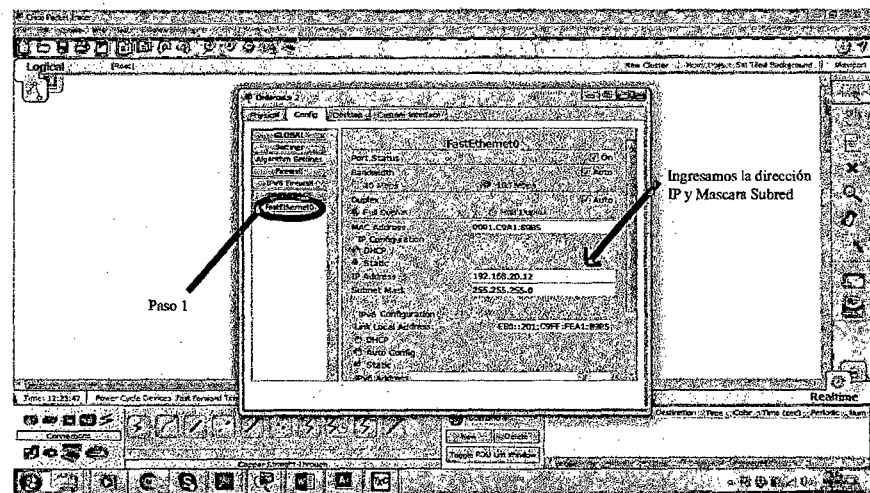


Figura 4.28: Packet Tracer - Ingresamos la Dirección IP y Mascara Subred, a la Tarjeta de Red del Ordenador.

Ahora ya que configuramos todos los dispositivos, direccionandolos según la tabla 4.2. Tendremos comunicación entre los dispositivos. Nos podremos dar cuenta observando los terminales de los cables que inicialmente tenían un punto rojo, ahora en la imagen 4.29 podemos ver que cambiaron a color verde.

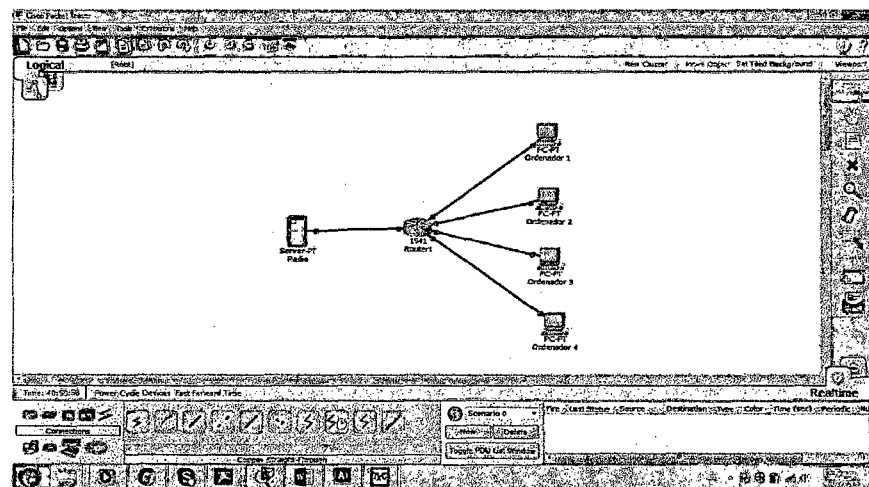


Figura 4.29: Packet Tracer - Correcta Comunicación entre el Router los Dispositivos Finales.

Una vez configurados todos los equipos comprobamos la funcionalidad de la red, para esto se simula la emisión de datos desde el ordenador 1 que se conectará a la red hacia el servidor (la radio) que se encuentra en la red LAN de la empresa.

En la figura 4.30 se muestra el avance de los datos desde el ordenador 1 hasta el router0, la figura 4.31 muestra la llegada de los datos en el servidor (radio), luego en la figura 4.32 se muestra el acuse de recibo hacia la PC1 confirmando la comunicación exitosa.

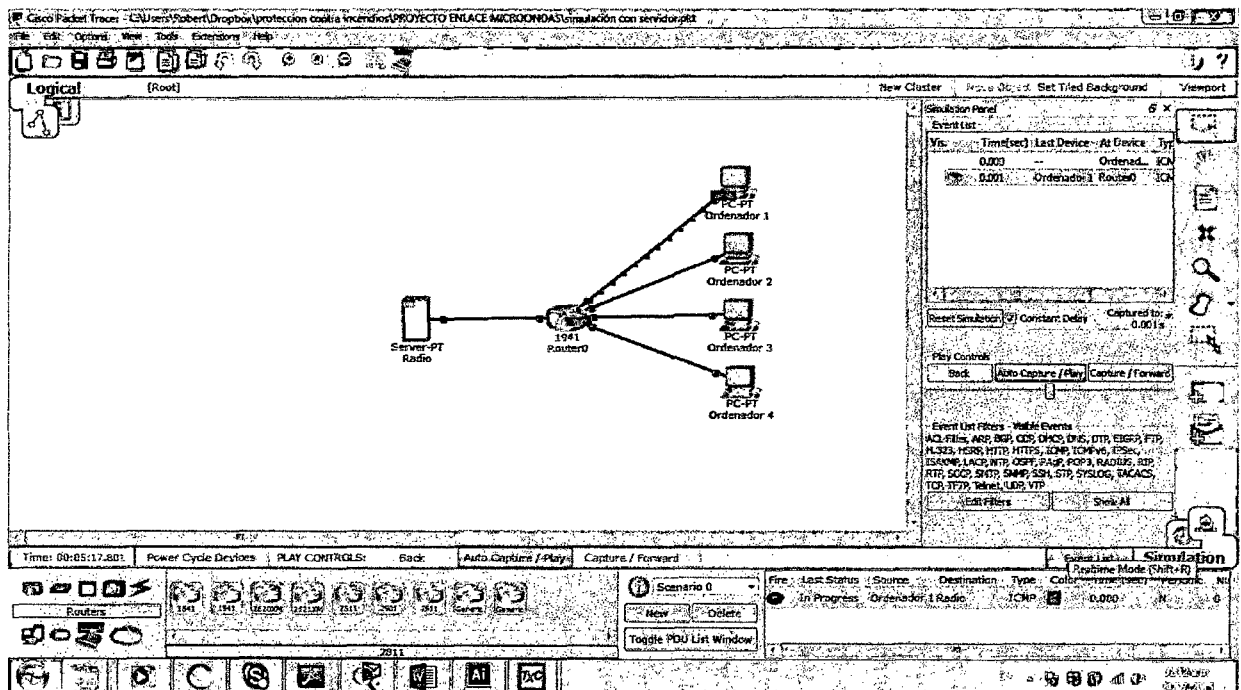


Figura 4.30: Packet Tracer - La Data Llega al Router 0 desde Ordenador 1.

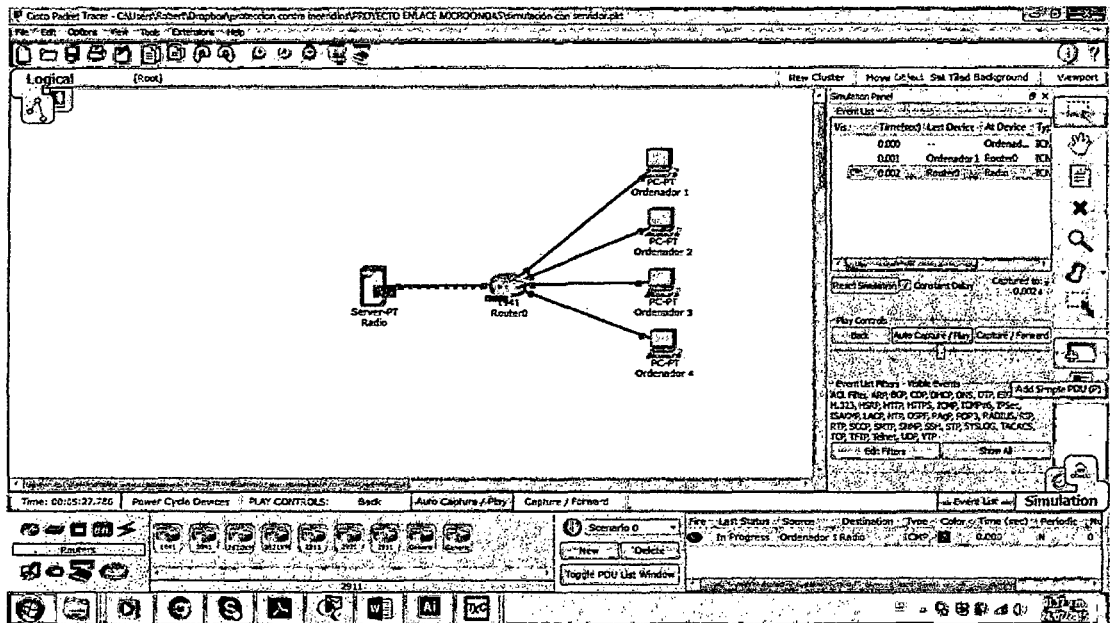


Figura 4.31: Packet Tracer - La Data Llega al Servidor (Radio) desde Ordenador 1.

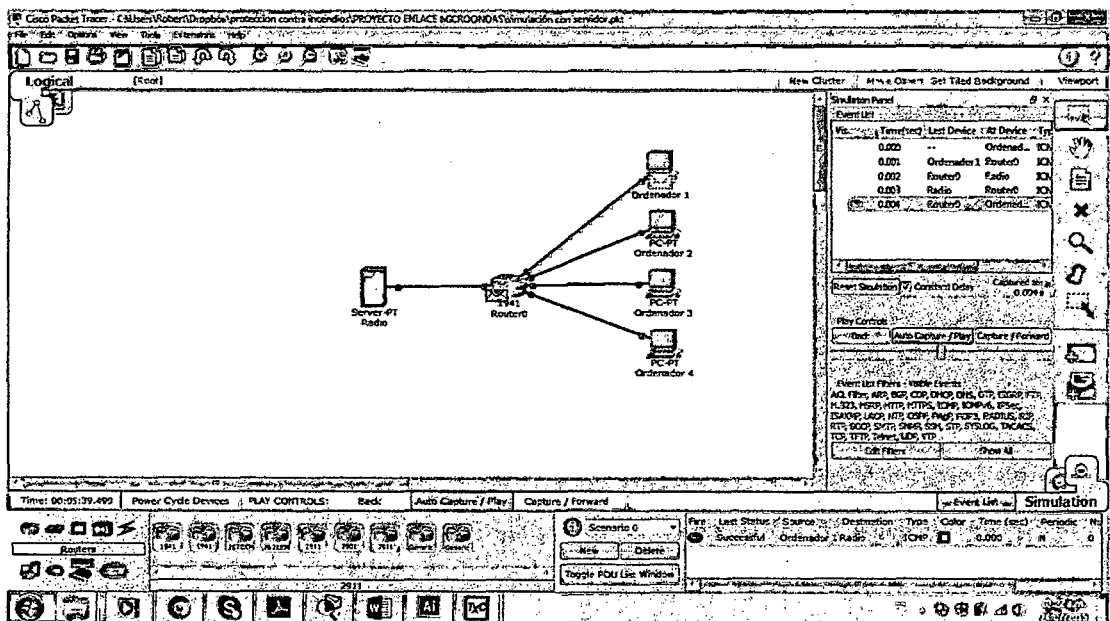


Figura 4.32: Packet Tracer - Acuse recibido en el Ordenador 1.

En la figura 4.33 se muestra la simulación de cómo un paquete enviado desde el ordenador 1 se comunica con el servidor (radio) a través de la red LAN. Sin ningún problema debido a la correcta configuración de los dispositivos.

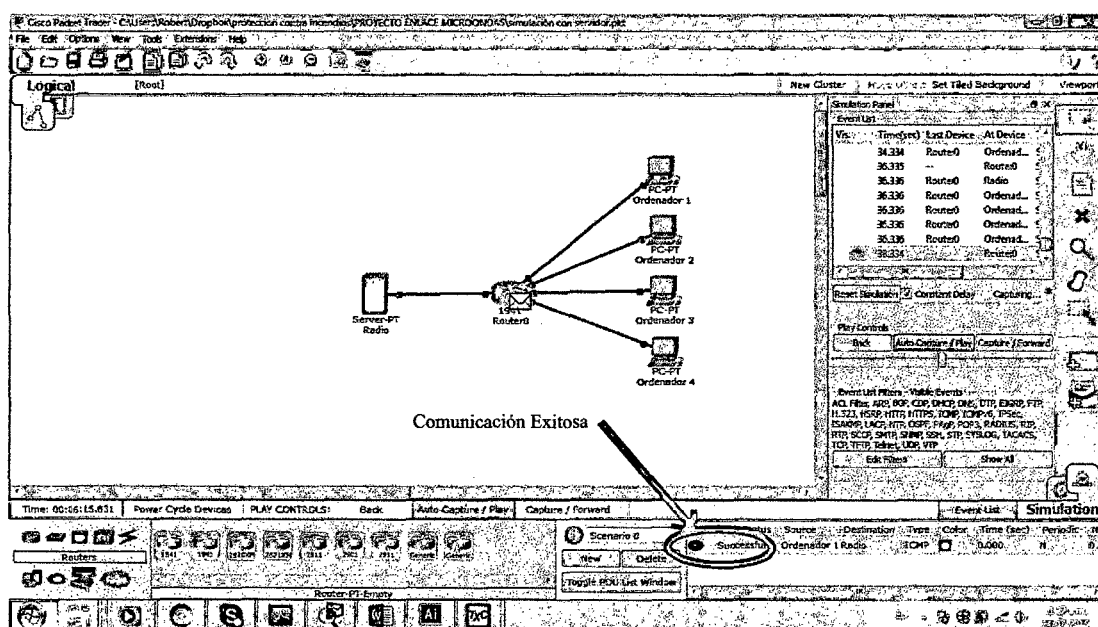


Figura 4.33: Packet Tracer - Comunicación exitosa entre el Servidor (La Radio) y el Ordenador 1.

4.2. Resultado de las Pruebas

4.2.1. Enlace Microondas

Luego de las pruebas realizadas en Radio Movable, se puede verificar que:

- Las pérdidas por espacio libre obtenidas mediante el cálculo matemático son de 115.07 dB, lo cual se aproxima mucho a lo asumido por el software de simulación, que considera un valor de 115.1 dB.
- Las pérdidas por absorción atmosférica y pérdidas por lluvias alcanzan un valor total inferior a los 8 dBm hallado mediante cálculo matemático, por lo que en caso de pequeñas variaciones de los valores reales con respecto a los

valores calculados, se podrá compensar las pérdidas incrementando la potencia de transmisión.

- El funcionamiento de nuestro enlace microondas estaría dentro de los niveles esperados, teniendo una potencia de recepción de $-48,7$ dBm para una potencia de transmisión de 18 dBm, la cual se podrá incrementar hasta los 23 dBm de ser requerido.

4.2.2. Cableado Estructurado.

Con las pruebas hechas en Cisco Packet Tracer, se corrobora que:

- Utilizando cableado físico, los terminales de nuestra red de acceso no presentarían problemas de comunicación con nuestra radio microondas, la cual, a falta de un ítem de mayor similitud, se asume en la simulación como un servidor.
- El uso de tarjetas expansión EHWIC-4ESG nos permitirá proveernos de los cinco puertos Fast Ethernet necesarios para dar acceso a nuestros terminales. Dichos puertos tendrían capacidad para transportar hasta 100 Mb/s, una tasa de bits muy por encima de las necesidades básicas requeridas para la utilización de los software de gestión remota, que requieren conexiones de 1Mb/s.
- La implementación de este cableado estructurado dejará 3 puertos Fast Ethernet y 2 puertos Giga Ethernet disponibles en el router, a fin de poder conectar otros periféricos externos a los objetivos de este proyecto.

Capítulo 5

Presupuesto

El presente estudio, realiza un análisis financiero para el diseño de una red de acceso LAN con agregación por microondas utilizando la plataforma Cisco. Para este diseño hemos dividido el análisis de presupuesto en dos secciones, que son:

- Red de Acceso y Cableado Estructurado.
- Red de Transporte.

5.1. Red de Acceso y Cableado Estructurado

En la tabla 5.1 se presenta la forma como se cotizó la Red de Acceso y Cableado Estructurado, se tomaron en cuenta los mejores precios en el mercado para nuestro análisis.

Equipo	Cantidad	Costo Unitario	Precio de Compra	Costo de Envío	Subtotal
Router 1941/k9	1	\$1, 595,00	\$1, 595,00	\$202,73	\$1, 797,73
Tarjetas EHWIC4ESG	2	\$475,00	\$950,00	\$66,64	\$1, 016,64
Patch Panel SA-303247	1	\$69,00	\$69,00	\$10,00	\$79,00
Patch Cord 23AWG SA-20061	6	\$3,50	\$21,00	\$5,00	\$26,00
Royo de cable UTP	1	\$185,00	\$185,00	\$10,00	\$195,00
Caja Terminal Ehternet	3	\$5,00	\$15,00	\$10,00	\$25,00
SUBTOTAL GENERAL					\$3, 139,37
IGV (18 %)					\$565,09
TOTAL					\$3, 704,46

Cuadro 5.1: Presupuesto Red de Acceso y Cableado Estructurado

5.2. Red de Transporte

En la tabla 5.2 se presenta la forma como se cotizo la red de Transporte, se tomaron en cuenta los mejores precios en el mercado para nuestro análisis.

Equipo	Cantidad	Costo Unitario	Precio de Compra	Costo de Envío	Subtotal
Rollo Cable RG223/100m.	1	\$420,00	\$420,00	\$100,00	\$520,00
Tarjeta CSHA.	2	\$260,00	\$520,00	\$0,00	\$520,00
Tarjeta PIU.	2	\$10,00	\$20,00	\$0,00	\$20,00
Tarjeta FAN.	2	\$30,00	\$60,00	\$0,00	\$60,00
Tarjeta ISU2.	4	\$25,00	\$100,00	\$0,00	\$100,00
Chasis Optix RTN 910.	2	\$70,00	\$140,00	\$100,00	\$240,00
ODU 22GHz HB.	2	\$650,00	\$1300,00	\$200,00	\$1,500,00
ODU 22GHz LB.	2	\$650,00	\$1300,00	\$200,00	\$1,500,00
Conectores.	8	\$15,00	\$120,00	\$0,00	\$120,00
Ant. Andrew VHLPX1-23-1GR	2	\$650,00	\$1300,00	\$200,00	\$1,500,00
SUBTOTAL GENERAL					\$6,080,00
IGV (18%)					\$1,094,40
TOTAL					\$7,174,40

Cuadro 5.2: Presupuesto Red de Transporte

Capítulo 6

Conclusiones

6.1. Conclusiones

- Se consiguió diseñar y simular mediante Software, una Red LAN con agregación por Microondas, capaz de brindar un acceso funcional, seguro y confiable a la red interna de Claro. Con la implementación de esta propuesta, los usuarios autorizados podrán disponer de un medio de gestión remota para hacer seguimiento del comportamiento de la Red Celular de Claro de la Ciudad de Huaraz.
- Se logró simular un enlace microondas de 22GHz entre las Oficinas del área de Redes de Claro y la estación Base Celular de Cancaryaco, lo cual verifica la factibilidad técnica para una eventual implementación por parte de la empresa beneficiada, siguiendo el diseño propuesto en el presente proyecto.
- Se pudo diseñar el cableado estructurado de una red LAN, basado en la distribución de la infraestructura existente, donde se encuentran las Oficinas del Área de Redes de Claro de la ciudad de Huaraz. Esto facilitará una posible implementación por parte de la empresa beneficiada, con lo cual podrá brindar acceso al personal de dicha área a la Red Interna de la Empresa.
- Se simuló el comportamiento de la Red LAN diseñada en este proyecto, verificando que el tráfico de datos entre los terminales y la radio microondas no presentarán errores ni pérdidas de paquetes.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda a la empresa beneficiada, previamente a la implementación del presente proyecto, instalar un poste metálico de cuatro metros de altura en la azotea de las oficinas del Área de Redes de América Móvil Perú, el cual sirva como soporte para la antena microondas que apuntará al site Cancaryaco, o en su defecto, la implementación de una torre ventada, en caso de que se quiera utilizar dichas instalaciones como un nodo de acceso para futuras estaciones.
- Se recomienda la implementación previa de un sistema de puesta a Tierra en las oficinas del Área de Redes de América Móvil Perú, a fin de evitar averías

de equipos por descargas atmosféricas.

- Se recomienda a otros investigadores que deseen tomar este proyecto como precedente, utilizar el presupuesto de equipamiento aquí presentado, solo como una referencia para análisis de costos, ya que los precios mostrados han sido obtenidos cotizando la compra de lotes completos y no de elementos individuales.

Bibliografía

- [1] <http://modulaciondigital.blogspot.com/2010/11/resumen-modulacion-digital.html>. 2010.
- [2] Miguel Aldama. Las normas eléctricas en el cableado estructurado.
- [3] Philippe Atelin y José Dordoigne. *Redes informáticas: conceptos fundamentales: normas, arquitectura, modelo OSI, TCP/IP, Ethernet, Wi-Fi...* Ediciones ENI, 2006.
- [4] Sebastian Buettrich. *CALCULO DE RADIOENLACE*. Tesis Doctoral, 2007.
- [5] Catarina. http://catarina.udlap.mx/u_d_l_a/tales/documentos/lem/trevino_c_jt/capitulo2.pdf. 2014.
- [6] Catarina. http://catarina.udlap.mx/u_d_l_a/tales/documentos/lem/peredo_a_s/capitulo3.pdf. 2014.
- [7] Coimbraweb. http://www.coimbraweb.com/documentos/radio/4.11_radioenlace.pdf. 2014.
- [8] eHow. http://www.ehowenespanol.com/componentes-red-lan-lista_74510. 2014.
- [9] Electronicafacil. <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/MODULACION-AM.php>. 2004.
- [10] A Frenzel, A Carrasco, E Monachesi, y M Chaile. Física de las ondas radioeléctricas dentro del estándar ieee 802.11 b. 2010.

-
- [11] Galeón. <http://madaoradio.galeon.com/71.html>. 2014.
- [12] Galeón. <http://modul.galeon.com/aficiones1366341.html>. 2014.
- [13] Inmaculada Hernández Rioja. <http://aholab.ehu.es/users/inma/psc/tema3.pdf>. 2007.
- [14] Tannia Elizabeth Jara Obregón. *Propuesta para la migración analógico-digital de la radiodifusora Radio Tricolor 97.7 FM matriz de la ciudad de Riobamba en base al estándar DRM (Digital Radio Mondiale)*. Tesis Doctoral, Quito: EPN, 2014., 2014.
- [15] kioskea. <http://es.kioskea.net/contents/298-equipos-de-red-repetidor>. Junio del 2014.
- [16] ISLAS LAZCANO y KRISTIAN GALAGUER. *CALCULO Y SIMULACION PARA ENLACES DE MICROONDAS PUNTO A PUNTO*. Tesis Doctoral, 2010.
- [17] Monografias. <http://www.monografias.com/trabajos52/modulacion-angular-y-am/modulacion-angular-y-am3.shtml>. 2007.
- [18] scribd. <http://es.scribd.com/doc/50937851/Desvanecimientos-se-puede-decir-que-un-desvanecimiento-es-una-desviacion-temporal-de-la-energia-a-un-lugar-que-no-es-el-deseadoscribd>. 2011.
- [19] Slideshare. <http://es.slideshare.net/francescperezfdez/diseo-de-radioenlaces-terrestres-fijos-punto-a-punto>. 07 de Enero del 2013.
- [20] Marcial López Tafur. *Propagación de Microondas*. UNI, 2010.
- [21] UIT. https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.525-2-199408-IPDF-S.pdf. 2000.
- [22] UNAD. http://datateca.unad.edu.co/contenidos/208019/MODULO%20ANTENAS%20Y%20PROPAGACION-2011/leccin_31_introduccion_a_las_antenas.html. 28 de Enero del 2011.

- [23] MARIA ELENA VILLAPOL. Fundamentos de la tecnología inalámbrica: Factores que afectan la transmisión.
- [24] Wikipedia. http://es.wikipedia.org/wiki/Zona_de_Fresnel. 03 de Febrero del 2015.
- [25] Wikipedia. http://es.wikipedia.org/wiki/Radiocomunicación_por_microondas. 09 de Enero del 2015.
- [26] Wikipedia. http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_acceso. 13 de Febrero del 2014.
- [27] Wikipedia. http://es.wikipedia.org/wiki/Red_inalámbrica. 14 de Mayo del 2014.
- [28] Wikipedia. http://es.wikipedia.org/wiki/Topologa_de_red. 15 de Abril del 2015.
- [29] Wikipedia. [https://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n_\(telecomunicaci%C3%B3n\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Modulaci%C3%B3n_(telecomunicaci%C3%B3n)). 2014.
- [30] Wikipedia. http://es.wikipedia.org/wiki/Jerarquía_digital_plesiócrona. 21 de Mayo del 2014.
- [31] Wikipedia. http://es.wikipedia.org/wiki/Medio_de_transmisión. 27 de Enero del 2015.
- [32] Wikitel. http://wikitel.info/wiki/Redes_de_transporte. 22 de Noviembre del 2014.
- [33] Wikiversity. https://es.wikiversity.org/wiki/Modulaciones_angulares. 2009.
- [34] WNI-México. http://wni.mx/index.php?option=com_contentview=article&id=50:los&catid=31:general&Itemid=79. 2014.

Apéndice A

Anexos

Contenido:

A.1 Planos de Cableado Estructurado.

A.2 Datasheet Antena Andrew.

A.3 Parámetro de Radiación Antena Andrew.

A.4 Datasheet Minipack Rectifier Module 48v, 800W.

A.5 Datasheet Minipack Power Supply Systems 48v.

A.6 Datasheet Coax Cable Double RG223.

A.7 Datasheet Routers 1900 Series Cisco.

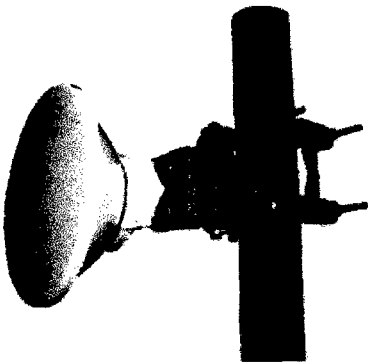
A.1. Planos de Cableado Estructurado.

A.2. Datasheet Antena Andrew.

Product Specifications

COMMScope®

POWERED BY



VHLPX1-23

0.3 m | 1 ft ValuLine® High Performance Low Profile Antenna, dual-polarized, 21.200–23.600 GHz

General Specifications

Antenna Type	VHLPX - ValuLine® High Performance Low Profile Antenna, dual-polarized
Diameter, nominal	0.3 m 1 ft
Polarization	Dual

Electrical Specifications

Beamwidth, Horizontal	3.0 °
Beamwidth, Vertical	3.0 °
Cross Polarization Discrimination (XPD)	30 dB
Electrical Compliance	Brazil Anatel Class 2 Canada SRSP 321.8 Part B ETSI 302 217 Class 3 US FCC Part 101A
Front-to-Back Ratio	62 dB
Gain, Low Band	34.6 dBi
Gain, Mid Band	35.3 dBi
Gain, Top Band	35.7 dBi
Operating Frequency Band	21.200 – 23.600 GHz
Radiation Pattern Envelope Reference (RPE)	7015A
Return Loss	17.7 dB
VSWR	1.30

Mechanical Specifications

Fine Azimuth Adjustment	±15°
Fine Elevation Adjustment	±15°
Mounting Pipe Diameter	50 mm–115 mm 2.0 in–4.5 in
Net Weight	7 kg 14 lb
Side Struts, Included	0
Side Struts, Optional	0
Wind Velocity Operational	200 km/h 124 mph
Wind Velocity Survival Rating	250 km/h 155 mph

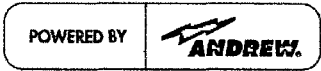
Wind Forces At Wind Velocity Survival Rating

Axial Force (FA)	445 N 100 lbf
Side Force (FS)	221 N 50 lbf
Twisting Moment (MT)	166 N•m
Weight with 1/2 in (12 mm) Radial Ice	13 kg 28 lb

Product Specifications

COMMScope®

VHLPX1-23



Zcg with 1/2 in (12 mm) Radial Ice	50 mm 2 in
Zcg without Ice	25 mm 1 in

Product Specifications

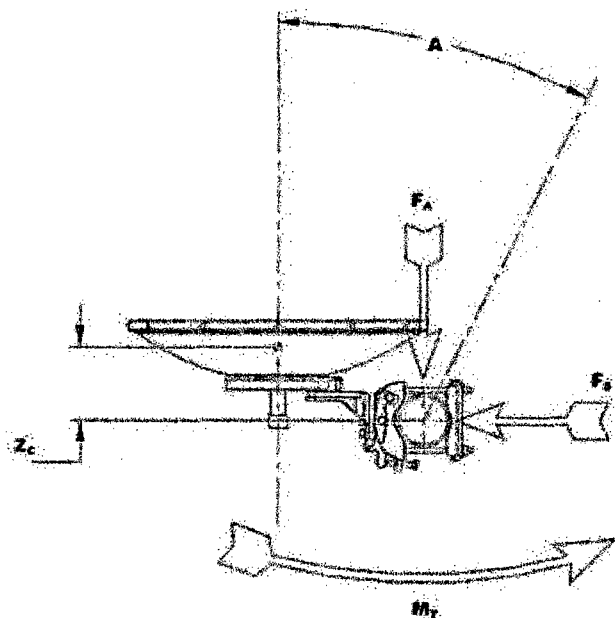
COMMScope®

VHLPX1-23

POWERED BY



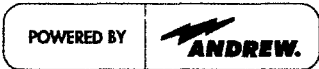
Wind Forces At Wind Velocity Survival Rating Image



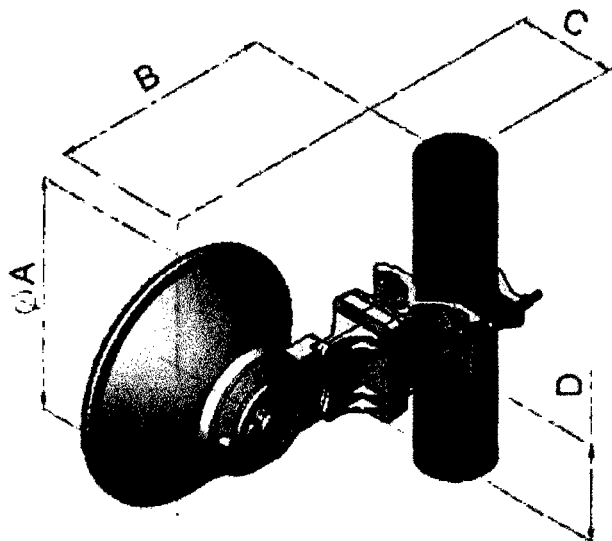
Product Specifications

COMMScope®

VHLPX1-23



Antenna Dimensions And Mounting Information



Dimensions in inches (mm)				
Antenna size, E (m)	Ø A	B	C	D
1 (0.3)	15.3 (389)	147 (372)	8.5 (166)	8.3 (160)

* Footnotes

Axial Force (FA)	Maximum forces exerted on a supporting structure as a result of wind from the most critical direction for this parameter. The individual maximums specified may not occur simultaneously. All forces are referenced to the mounting pipe.
Cross Polarization Discrimination (XPD)	The difference between the peak of the co-polarized main beam and the maximum cross-polarized signal over an angle twice the 3 dB beamwidth of the co-polarized main beam.
Front-to-Back Ratio	Denotes highest radiation relative to the main beam, at 180° ±40°, across the band. Production antennas do not exceed rated values by more than 2 dB unless stated otherwise.
Gain, Mid Band	For a given frequency band, gain is primarily a function of antenna size. The gain of Andrew antennas is determined by either gain by comparison or by computer integration of the measured antenna patterns.
Operating Frequency Band	Bands correspond with CCIR recommendations or common allocations used throughout the world. Other ranges can be accommodated on special order.
Radiation Pattern Envelope Reference (RPE)	Radiation patterns determine an antenna's ability to discriminate against unwanted signals under conditions of radio congestion. Radiation patterns are dependent on antenna series, size, and frequency.
Return Loss	The figure that indicates the proportion of radio waves incident upon the antenna that are rejected as a ratio of those that are accepted.
Side Force (FS)	Maximum side force exerted on the mounting pipe as a result of wind from the most critical direction for this parameter. The individual maximums

Product Specifications

COMMScope®

VHLPX1-23

POWERED BY



specified may not occur simultaneously. All forces are referenced to the mounting pipe.

Twisting Moment (MT)

Maximum forces exerted on a supporting structure as a result of wind from the most critical direction for this parameter. The individual maximums specified may not occur simultaneously. All forces are referenced to the mounting pipe.

VSWR

Maximum; is the guaranteed Peak Voltage-Standing-Wave-Ratio within the operating band.

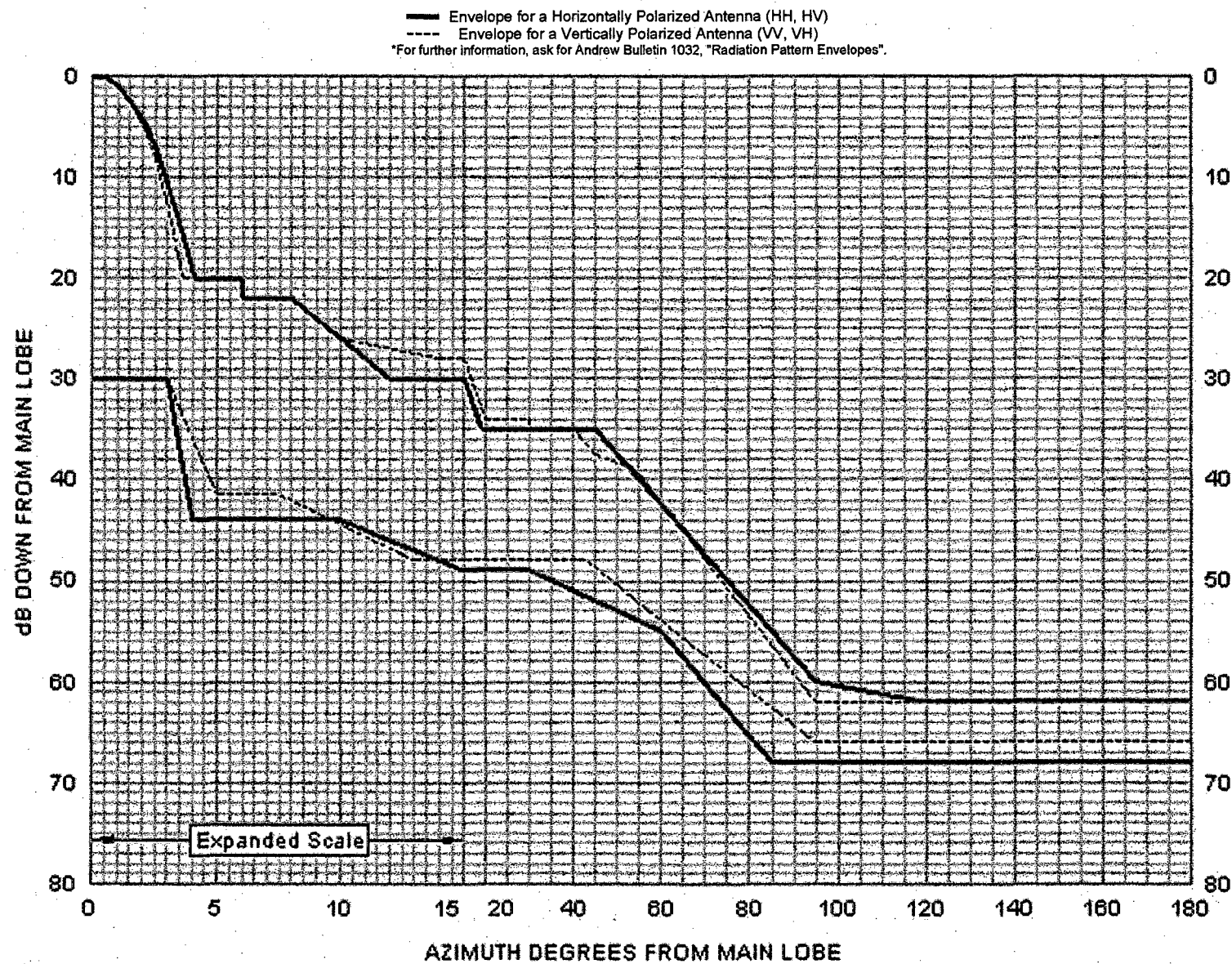
Wind Velocity Operational

The wind speed where the antenna deflection is equal to or less than 0.1 degrees. In the case of ValuLine antennas, it is defined as a maximum deflection of $0.3 \times$ the 3 dB beam width of the antenna.

Wind Velocity Survival Rating

The maximum wind speed the antenna, including mounts and radomes, where applicable, will withstand without permanent deformation. Realignment may be required. This wind speed is applicable to antenna with the specified amount of radial ice.

A.3. Parámetro de Radiación Antena Andrew.



VHLPX1-23 - Radiation Pattern Envelope



RPE: 7015A

Engineering Approved:
11 January 2007

H/H		H/V		V/V		V/H	
Angle	dB	Angle	dB	Angle	dB	Angle	dB
0.00	0.00	0.00	-30.00	0.00	0.00	0.00	-30.00
0.52	-0.14	3.00	-30.00	0.52	-0.14	3.00	-30.00
1.00	-0.90	4.00	-44.00	1.00	-1.01	5.00	-41.50
1.50	-2.40	10.00	-44.00	1.50	-2.50	7.50	-41.50
2.03	-4.36	15.00	-49.00	2.03	-5.00	13.00	-48.00
2.50	-6.90	30.00	-49.00	2.50	-8.00	15.00	-48.00
3.00	-10.60	60.00	-55.00	3.00	-12.50	43.00	-48.00
3.44	-14.30	85.00	-68.00	3.60	-20.00	60.00	-54.00
4.10	-20.00	180.00	-68.00	5.99	-20.00	95.00	-66.00
5.99	-20.00			6.00	-22.00	180.00	-66.00
6.00	-22.00			8.00	-22.00		
8.00	-22.00			10.00	-26.00		
10.00	-26.00			14.00	-28.00		
12.00	-30.00			15.00	-28.00		
15.00	-30.00			20.00	-34.00		
19.00	-35.00			29.99	-34.00		
45.00	-35.00			30.00	-35.00		
95.00	-60.00			40.00	-35.00		
120.00	-62.00			45.00	-37.50		
180.00	-62.00			54.00	-39.00		
				95.00	-62.00		
				180.00	-62.00		

Andrew Corporation
3 Westbrook Corporate Center
Suite 900
Westchester, Illinois 60154 USA

Corporate Web Site: <http://www.andrew.com>
Customer Service Center: 1-800-255-1479
Outside North America Telephone +1 708 873-2307

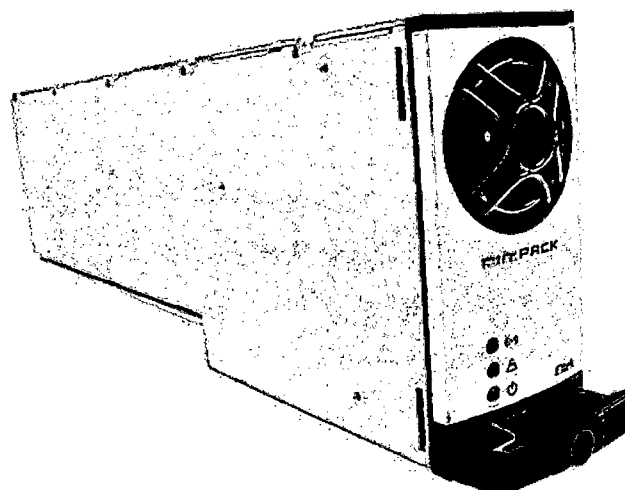
A.4. Datasheet Minipack Rectifier Module 48v, 800W.

Minipack

Rectifier Module 48V, 800W WIR

Compact and cost effective rectifier module

The fan cooled Minipack rectifier module has been specifically optimized for a wide range of system sizes. Realization of Minipack systems is possible by fitting up to 4 or 6 rectifiers across 2U 19" shelf including controller and distribution or 2 rectifiers in a compact 1U system.



MINIPACK

RECTIFIER MODULE 48V, 800W WIR

Doc 241117.130.DS3- rev3

APPLICATIONS

Wireless, fiber and fixed line communication

- Today's communications demand state of the art, cost efficient and compact DC power systems. Minipack delivers power density of 14W/in³ and superb reliability at lowest lifetime cost.

Broadband and network access

Increasing network speed demands flexible and expandable DC power solutions. Minipack is your key building block for future needs.

PRODUCT DESCRIPTION

The Minipack is a battery charger and rectifier for stand-alone use or for working in parallel as part of a DC power system controlled and monitored by the Smartpack. Digital communication over CAN bus with Smartpack simplifies system design and enhances flexibility.

KEY FEATURES

- **HIGHEST EFFICIENCY IN MINIMUM SPACE**
Resonant topology makes the module efficiency industry leading and contributes to the rectifier's ultra-compact dimensions.
- **DIGITAL CONTROLLERS**
Controller is digitalized, enabling excellent monitoring and regulation characteristics. Thus, the number of component has been reduced by 40% - for highly reliable, long life, trouble free DC power systems.
- **HEAT MANAGEMENT**
Front-to-back air flow with optimal thermal design gives the module the most suitable working environment and no limitations in the scalability of the desired system solution.
- **UNIQUE CONNECTION**
A true plug-and-play connection system: time-to-install and cost-reducing solution.
- **GLOBAL APPROVALS**
Minipack is CE marked, UL recognized for worldwide installation.

AC INPUT

Voltage	85-300 VAC (Nominal 150 – 276 VAC) Linear derating below 150VAC	
Frequency	44 to 66Hz	
Maximum Current	Input: 7.5 A _{rms} maximum at 100VAC input and 640W load Earth leakage: 1.7mA at 250Vac/50Hz	
Power Factor	0.98 at 30% load or more	
THD	< 2.5% at nominal input and full load	
Input Protection	Transient protection	Mains fuse in both lines

DC OUTPUT

Voltage	<ul style="list-style-type: none"> Nominal output: 53.5 VDC Float/Boost range: 48 – 57.6Vdc Standby test range: 43.5 – 48Vdc 	
Output Power	800W at nominal input / 640W at 100VAC	
Maximum Current	16.7 Amps at 48 VDC and nominal input	
Current Sharing	±5% of maximum current from 10% to 100% load	
Static voltage regulation	±1.0% from 5% to 100% load	
Dynamic voltage regulation	±5.0% for 25-100% or 100-25% load variation, regulation time < 10ms	
Hold up time	> 20ms; output voltage > 43.5 VDC at 80% load	
Ripple and Noise	<ul style="list-style-type: none"> < 100 mV peak to peak, 20 MHz bandwidth < 2 mV_{rms} psophometric 	
Output Protection	<ul style="list-style-type: none"> Overvoltage shutdown Blocking diode 	<ul style="list-style-type: none"> Short circuit proof High temperature protection

OTHER SPECIFICATIONS

Efficiency	Typ. 91% at 60-100% load	
Isolation	<ul style="list-style-type: none"> 3.0 KVAC – input and output 1.5 KVAC – input earth 	<ul style="list-style-type: none"> 0.5 KVDC – output earth
Alarms	<ul style="list-style-type: none"> Low mains shutdown (<85VAC) High temperature shutdown Rectifier Failure 	<ul style="list-style-type: none"> Overvoltage shutdown on output Low voltage alarm at 43.0V CAN bus failure
Warnings	<ul style="list-style-type: none"> Rectifier in power derate mode Remote battery current limit activated Input voltage out of range, flashing at overvoltage Loss of CAN communication with control unit, stand-alone mode 	
Visual indication	<ul style="list-style-type: none"> Green LED: ON, no faults Red LED: rectifier failure 	<ul style="list-style-type: none"> Yellow LED: rectifier warning
Operating temp.	-40 to +75°C (-40 to +167°F) Derating above +55°C linear to 280W/200W at +75°C with 230/100VAC input	
Storage temp.	-40 to +80°C (-40 to +176°F)	
Cooling	1 fan (front to back airflow)	
Fan Speed	Temperature and current regulated	
MTBF	> 400, 000 hours Telcordia SR-332 Issue I, method III (a) (T _{ambient} : 25°C)	
Acoustic Noise	< 50dBA at nominal input and full load, T _{ambient} < 30°C	
Humidity	<ul style="list-style-type: none"> Operating: 5% to 95% RH noncondensing Storage: 0% to 99% RH non-condensing 	
Dimensions	42.5 x 88.9 x 250mm (1.67 x 3.5 x 9.84") (wxhxd)	
Weight	1.08 kg (2.38lbs)	

APPLICABLE STANDARDS

Electrical safety	<ul style="list-style-type: none"> IEC 60950-1 UL 60950-1 	<ul style="list-style-type: none"> CSA 22.2
EMC	ETSI EN 300 386 V.1.3.2 (telecommunication network) EN 61000-6-1 (immunity, light industry) EN 61000-6-2 (immunity, industry)	EN 61000-6-3 (emission, light industry) EN 61000-6-4 (emission, industry)
Harmonics	EN 61000-3-2	
Environment	<ul style="list-style-type: none"> ETSI EN 300 019-2 (-1, -2, -3) ETSI EN 300 132-2 	<ul style="list-style-type: none"> RoHS compliant

ORDERING INFORMATION

Part No.	Description
241117.130	Minipack 48/800WIR

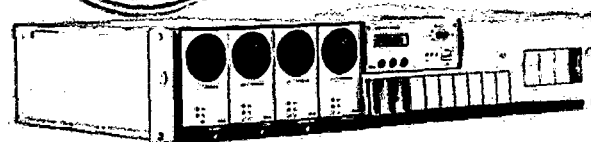
A.5. Datasheet Minipack Power Supply Systems 48v.

Minipack System

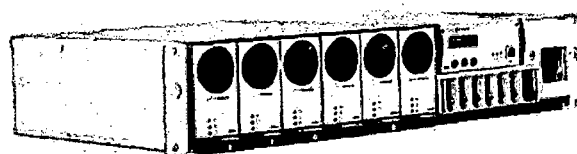
Power Supply Systems 48V, 3.2 or 4.8kW

Compact and cost effective power supply system

The Minipack system has been specifically designed to meet any requirement in terms of power functionality and cost. Realization of Minipack systems is possible by fitting up to 4 or 6 rectifier across 2U 19" shelf including controller and distribution.



Minipack 3.2kW System, 4 rectifiers



Minipack 4.8kW System, 6 rectifiers

MINIPACK PS SYSTEMS

Doc 900920.DS3 - v8

APPLICATIONS

Wireless, fiber and fixed line communication

- Today's communications demand state of the art, cost efficient and compact DC power systems. Minipack delivers power density of 14W/in³ and superb reliability at lowest lifetime cost.

Broadband and network access

Increasing network speed demands flexible and expandable DC power solutions. Minipack is your key building block for future needs.

PRODUCT DESCRIPTION

The Minipack system is a compact power system containing a Monitoring and Control Unit (Smartpack), LVD, battery and load MCBs. Switch mode technology with resonant topology and high switching frequency is used to minimize volume and weight and to obtain high reliability. The system accepts large variations on the input voltage (85-300 VAC) and draws sinusoidal current with a soft start power-up.

KEY FEATURES

- HIGHEST EFFICIENCY IN MINIMUM SPACE**
Resonant topology makes the module efficiency industry leading and contributes to the rectifier's ultra-compact dimensions.
- DIGITAL CONTROLLERS**
Controller is digitalized, enabling excellent monitoring and regulation characteristics. Thus, the number of component has been reduced by 40% - for highly reliable, long-life, trouble free DC power systems.
- HEAT MANAGEMENT**
Front-to-back air flow with chassis-integrated heat sinks gives the module the most suitable working environment and no limitations in the scalability of the desired system solution.
- UNIQUE CONNECTION**
A true plug-and-play connection system: time-to-install and cost-reducing solution.
- GLOBAL APPROVALS**
Minipack is CE marked, UL recognized for worldwide installation.

AC INPUT

Voltage	4 pos: 2 x AC feeds (230VAC 1 ph)	6 pos: 3 x AC feeds (230VAC 1 ph)
Frequency	45 to 66Hz	
Maximum Current	See Minipack datasheet	
Input Protection	o Surge protection	o Internal fuses (L & N)

MONITORING

Monitoring Unit	See Smartpack datasheet	
Local Operation	Menu driven software via keypads and LCD or PC (PowerSuite)	
Remote Operation	PowerSuite via modem or Monitoring via WebPower (WEB Interface, SNMP protocol and email)	
Alarm Relays	6 relays	
Visual Indications	o Green LED – System ON o Yellow LED – Minor alarm(s)	o Red LED – Major alarm(s) LCD – system status
Digital Inputs	o 6 (for monitoring of external equipment)	
Current Measurements	o Battery current o Rectifier current	
Alarms	o Load fuse alarm o Battery fuse alarm o LVD operated o Low output voltage alarms (2 individual alarm levels)	o High output voltage alarms (2 individual alarm levels) o Battery capacity o Temperature alarm o Symmetry alarm o and more

DC OUTPUT

Voltage	48VDC	
Power	4 pos: 3.2kW (66.7A at 48VDC)	6 pos: 4.8kW (100A at 48VDC)

DC DISTRIBUTION OPTIONS

No. of Load breakers	o 4 pos: Up to 10 mini MCB type (2-30A) o 6 pos: Up to 8 mini MCB type (2-30A)	
No. of Battery fuses	4 pos: Up to 4 MCB type (60A)	6 pos: Up to 2 MCB type (100A)
Programmable LVD	o LVBD: 125A o Optional LVLD: 80A o 4 pos: Connection options in blocks of 2 breakers (2-8, 4-6, 6-4 or 8-2) o 6 pos: Connection options in blocks of 2 breakers (2-6, 4-4 or 6-2)	

CONNECTIONS

Battery connections	Screw terminals (up to 35mm ² lug)
Load MCB connections	Terminal blocks (up to 4 mm ²)
Alarm connections	Terminal blocks (up to 1.5 mm ²)
System	Extractable from frame for easy access

OTHER SPECIFICATIONS

Isolation	o 3.0 KVAC – input and output o 1.5 KVAC – input earth	o 0.5 KVDC – output earth
Operating temp.	-40 to +75°C (-40 to +167°F)	
Storage temp.	-40 to +80°C (-40 to +176°F)	
Dimensions	19" mounting (446mm + brackets) 2U height and 250mm depth	Recommended cabinet depth is min 300mm
Weight (excl. rectifiers)	4 pos: Approx. 4.38kg (9.66lbs)	6 pos: Approx. 4.28kg (9.44lbs)

APPLICABLE STANDARDS

Electrical safety	IEC 60950-1	UL 60950-
EMC	o ETSI EN 300 386 V.1.3.2 (telecommunication network) o o EN 61000-6-1 (immunity, light industry) o o EN 61000-6-2 (immunity, industry) o o EN 61000-6-3 (emission, light industry) o o EN 61000-6-4 (emission, industry)	
Environment	ETSI EN 300 019-2 ETSI EN 300 132-2	

ORDERING INFORMATION

Part No.	Description
CTOM0402.xxx	Minipack 4 pos – Sales configured system (CTO)
CTOM0602.xxx	Minipack 6 pos – Sales configured system (CTO)

A.6. Datasheet Coax Cable Double RG223.

Flexible RG223 Coax Cable Double
Shielded with Black PVC Jacket

TECHNICAL DATA SHEET

RG223/U

Configuration

Inner Conductor Material and Plating	Copper, Silver
Dielectric Type	PE
Shield Materials	Silver Plated Copper Braid, Silver Plated Copper Braid
Jacket Material and Color	PVC, Black

Electrical Specifications

Impedance, Ohms	50
Velocity of Propagation, %	66
Maximum Operating Frequency, GHz	12.4
Capacitance, pF/ft [pF/m]	30.8 [101.05]
Maximum Operating Voltage, Volts	1,900

Electrical Specifications by Frequency

Frequency 1

Frequency, MHz	100
Attenuation, dB/100ft [dB/100m]	4 [13.12]

Frequency 2

Frequency, MHz	400
Attenuation, dB/100ft [dB/100m]	8.2 [26.9]

Frequency 3

Frequency, MHz	1000
Attenuation, dB/100ft [dB/100m]	13.4 [43.96]

Frequency 4

Frequency, GHz	3
Attenuation, dB/100ft [dB/100m]	24.8 [81.36]

Frequency 5

Frequency, GHz	5
Attenuation, dB/100ft [dB/100m]	33.5 [109.91]

Frequency 6

Frequency, GHz	11
Attenuation, dB/100ft [dB/100m]	54.1 [177.49]

Mechanical Specifications

Temperature

Operating Range, deg C	-20 to +80
------------------------	------------

Click the following link (or enter part number in "SEARCH" on website) to obtain additional part information including price, inventory and certifications: Flexible RG223 Coax Cable Double Shielded with Black PVC Jacket RG223/U



Flexible RG223 Coax Cable Double
Shielded with Black PVC Jacket

TECHNICAL DATA SHEET

RG223/U

Inner Conductor
Number of Strands
Material
Plating
Diameter, in [mm]

1
Copper
Silver
0.035 [0.89]

Dielectric:
Type
Diameter, in [mm]

PE
0.116 [2.95]

Shield:
Number of
Material 1
Material 2
Diameter, in [mm]

2
Silver Plated Copper Braid
Silver Plated Copper Braid
0.156 [3.96]

Jacket:
Material
Diameter, in [mm]
Color
One Time Minimum Bend Radius, in [mm]
Repeated Minimum Bend Radius, in [mm]
Weight, lbs/ft [Kg/m]

PVC
0.21 [5.33]
Black
0.21 [5.33]
1 [25.4]
0.038 [0.06]

Compliance Certifications (visit www.Pasternack.com for current document)
RoHS Compliant
REACH Compliant

06/18/2012

Plotted and Other Data

Notes:
• Values at +25 °C, sea level

Flexible RG223 Coax Cable Double Shielded with Black PVC Jacket from Pasternack Enterprises has same day shipment for domestic and International orders. Our RF, microwave and millimeter wave products maintain a 99% availability and are part of the broadest selection in the industry.

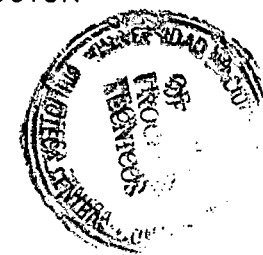
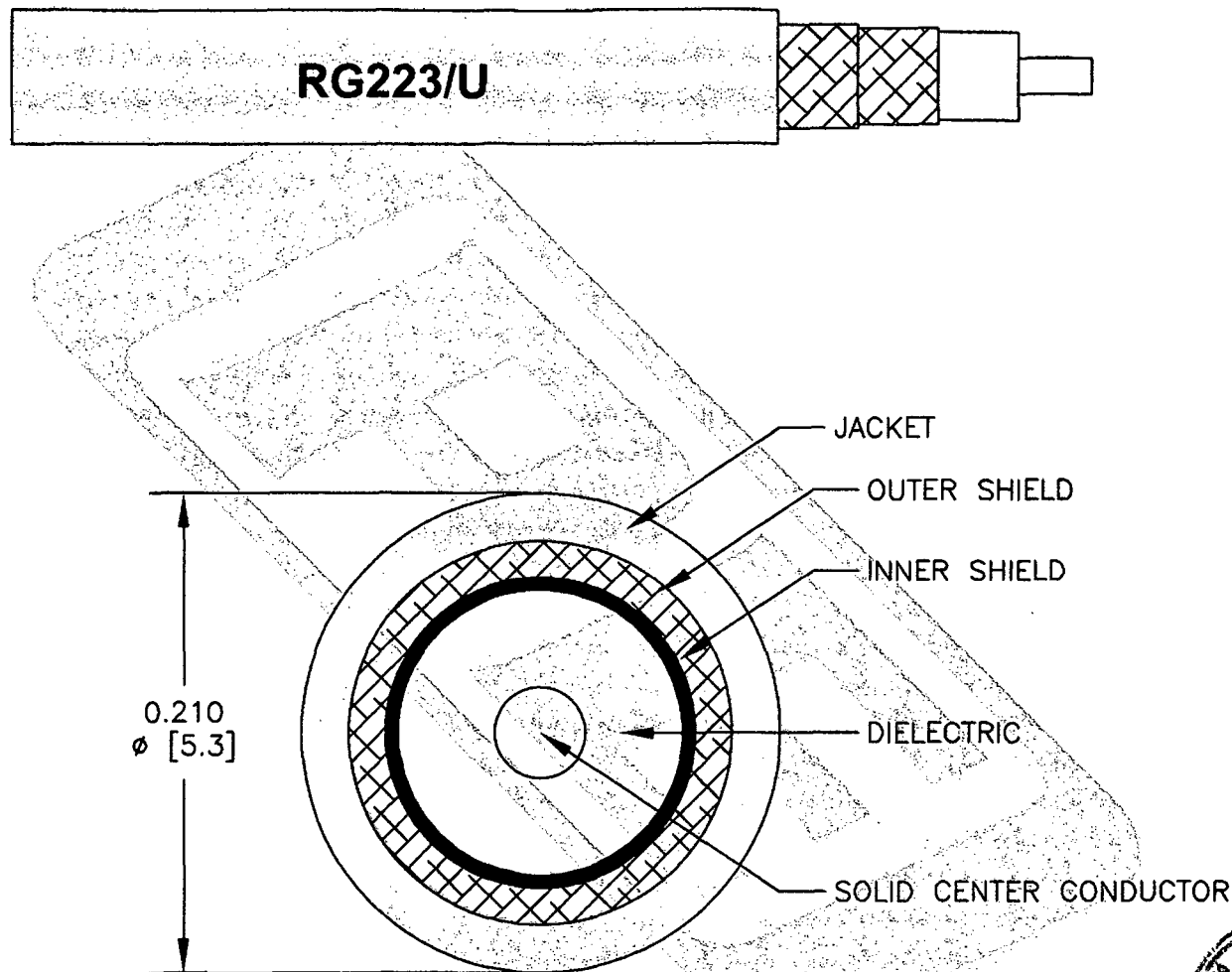
Click the following link (or enter part number in "SEARCH" on website) to obtain additional part information including price, inventory and certifications: Flexible RG223 Coax Cable Double Shielded with Black PVC Jacket RG223/U

URL: <http://www.pasternack.com/flexible-0.216-rg223-50-ohm-coax-cable-pvc-jacket-rg223-u-p.aspx>

The information contained in this document is accurate to the best of our knowledge and representative of the part described herein. It may be necessary to make modifications to the part and/or the documentation of the part, in order to implement improvements. Pasternack reserves the right to make such changes as required. Unless otherwise stated, all specifications are nominal. Pasternack does not make any representation or warranty regarding the suitability of the part described herein for any particular purpose, and Pasternack does not assume any liability arising out of the use of any part or documentation.

RG223/U CAD Drawing

Flexible RG223 Coax Cable Double Shielded with Black PVC Jacket



Pasternack Enterprises, Inc.
P.O. Box 16759 | Irvine | CA | 92623

Phone: (949) 261-1920 | Fax: (949) 261-7451
Website: www.pasternack.com | E-Mail: sales@pasternack.com

DWG TITLE

RG223/U

FSCM NO. 53919

NOTES:

1. UNLESS OTHERWISE SPECIFIED ALL DIMENSIONS ARE NOMINAL.
2. ALL SPECIFICATIONS ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE AT ANY TIME.
3. DIMENSIONS ARE IN INCHES [mm].

CAD FILE 060508-B

SCALE N/A

SIZE A

2233

A.7. Datasheet Routers 1900 Series Cisco.

Cisco Integrated Services Routers 1900 Series

Nombres de los productos. CISCO1941/K9, CISCO1941W-A/K9, CISCO1941W-E/K9, CISCO1941W-P/K9, CISCO1941W-N/K9, CISCO1941W-C/K9

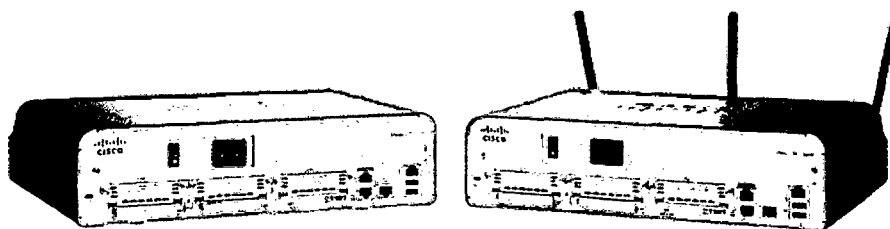
Los routers Cisco® ISR 1900 Series son el resultado de 25 años de trayectoria en innovación y liderazgo en productos. La arquitectura de las nuevas plataformas permite a las sucursales subir un escalón más en su evolución, ya que les proporciona virtualización y colaboración multimedia y el máximo ahorro de costos operativos. Las plataformas de los ISR de segunda generación mejoran el rendimiento general del sistema, al tiempo que garantizan la funcionalidad futura de la red, ya que ofrecen CPU de varios núcleos, switching Gigabit Ethernet con alimentación por Ethernet (PoE) mejorada, y nuevas capacidades de monitoreo y control de la energía. Además, la nueva imagen universal de software Cisco IOS® y el módulo Services Ready Engine (SRE) permiten implementar hardware y software por separado, lo que proporciona una base tecnológica estable que puede adaptarse rápidamente a las necesidades cambiantes de red. En términos generales, los routers Cisco 1900 Series ofrecen incomparables ahorros en el costo total de propiedad y máxima agilidad en la red mediante la integración inteligente de los mejores servicios inalámbricos, de seguridad, de comunicaciones unificadas y de aplicaciones que ofrece el mercado.

Descripción general del producto

Los routers Cisco® ISR 1941 Series aprovechan las características inigualables de los routers Cisco 1841 existentes para dar origen a dos modelos: Cisco 1941 y Cisco 1941W. Además de las numerosas opciones de conectividad cableada e inalámbrica que admite el router Cisco 1941 Series, el router Cisco 1941W ofrece la integración del punto de acceso IEEE 802.11n, que tiene compatibilidad retrospectiva con los puntos de acceso IEEE 802.11a/b/g.

Todos los routers Cisco 1900 Series ofrecen *aceleración de cifrado integrada en hardware, firewall opcional, prevención de intrusiones y servicios de aplicaciones*. Las plataformas también admiten la más amplia variedad de opciones de conectividad cableada e inalámbrica dentro del sector, entre ellas T1/E1, xDSL, 3G y GE.

Figura 1. Cisco 1941 Integrated Services Router



Beneficios comerciales clave

Los ISR de segunda generación (ISR G2) ofrecen óptima agilidad e integración de los servicios. La arquitectura modular de estas plataformas tiene un diseño escalable, que puede adaptarse al ritmo de crecimiento y las necesidades comerciales del cliente. La Tabla 1 muestra los beneficios comerciales del router Cisco 1900 Series.

Tabla 1. Características y beneficios clave del router Cisco ISR 1941 Series

Beneficios	Descripción
Integración de los servicios	<ul style="list-style-type: none"> El router Cisco 1941 Series ofrece mayores niveles de integración de servicios inalámbricos, de datos, seguridad y movilidad, lo cual permite mejorar la eficiencia y reducir los costos.
Servicios a pedido	<ul style="list-style-type: none"> Cada ISR G2 tiene instalada una única imagen universal de software Cisco IOS®. La imagen universal contiene <i>todas</i> los conjuntos de tecnologías Cisco IOS que se pueden activar con una licencia de software. Esto permite a la empresa implementar funciones avanzadas con rapidez sin necesidad de descargar una nueva imagen de IOS. También se incluye una memoria predeterminada de mayor tamaño para admitir las nuevas capacidades. Cisco Services Ready Engine (SRE) ofrece un nuevo modelo operativo que permite reducir los gastos de capital e implementar diversos servicios de aplicaciones a medida que se necesiten en un solo módulo con servicios informáticos integrados.
Alto rendimiento con servicios integrados	<ul style="list-style-type: none"> El router Cisco 1900 Series se puede implementar en entornos WAN de alta velocidad con servicios simultáneos activados de hasta 25 Mbps. Una estructura multigigabit (MGF) permite la comunicación entre módulos con uso intensivo del ancho de banda sin comprometer el rendimiento del routing.
Agilidad de la red	<ul style="list-style-type: none"> Diseñada para satisfacer los requisitos comerciales de los clientes, la arquitectura modular del router Cisco 1941 Series ofrece amplitud de rendimiento en servicios e interfaces, lo cual permite adaptar el router a las crecientes demandas de la red. Las interfaces modulares ofrecen un mayor ancho de banda, diversas opciones de conexión y mejor recuperabilidad de la red.
Eficiencia energética	<ul style="list-style-type: none"> La arquitectura de los routers Cisco 1941 Series ofrece funciones de ahorro de energía que incluyen: <ul style="list-style-type: none"> Administración de energía inteligente y posibilidad de que el cliente controle la energía suministrada a los módulos según el momento del día. Compatibilidad futura con la tecnología Cisco EnergyWise. Modularidad e integración de los servicios en una sola plataforma que ejecuta múltiples funciones, lo que permite optimizar el uso de materias primas y el consumo de energía. Flexibilidad de la plataforma y desarrollo continuo de las capacidades de hardware y de software, para prolongar el ciclo de vida de los productos y reducir el costo total de propiedad en todos sus aspectos, incluido el uso de materiales y energía. Fuentes de alimentación de alta eficiencia que se proporcionan con cada plataforma.
Protección de la inversión	<ul style="list-style-type: none"> Los routers Cisco 1941 Series maximizan la protección de la inversión de las siguientes maneras: <ul style="list-style-type: none"> Reutilización de una gran variedad de módulos existentes compatibles con los ISR originales, lo cual permite disminuir el costo total de propiedad. Incorporación de una imagen universal que ofrece numerosas funciones del software Cisco IOS provenientes de los ISR originales. Flexibilidad de ampliación a medida que evolucionan las necesidades comerciales.

Arquitectura y modularidad

La arquitectura de los routers Cisco 1941 Series permite satisfacer la demanda de aplicaciones de las sucursales actuales y ofrece la flexibilidad necesaria para la futura incorporación de aplicaciones. La arquitectura modular está diseñada para admitir las crecientes demandas de los clientes, un mayor ancho de banda y la distribución de energía totalmente integrada a módulos compatibles con la tecnología de alimentación por Ethernet (PoE) 802.3af y la tecnología PoE mejorada de Cisco (ePoE). La Tabla 2 muestra las características y los beneficios de la arquitectura de los routers Cisco 1941 Series.

Tabla 2. Características y beneficios de la arquitectura

Característica de la arquitectura	Beneficios
Plataforma modular	<ul style="list-style-type: none"> Los routers Cisco ISR 1941 Series son plataformas altamente modulares con varias ranuras para incorporar módulos de conectividad y servicios que permiten satisfacer los diversos requisitos de red de las sucursales. Los ISR ofrecen una variedad de opciones de conectividad LAN y WAN líderes en el sector, a través de módulos que posibilitan las actualizaciones a futuras tecnologías en el terreno, sin necesidad de reemplazar la plataforma.
Procesadores	<ul style="list-style-type: none"> Los routers Cisco 1941 Series funcionan con procesadores multinúcleo de alto rendimiento capaces de satisfacer la creciente demanda de las redes de las sucursales mediante conexiones WAN de alta velocidad.
Estructura multigigabit	<ul style="list-style-type: none"> El router Cisco 1941 presenta una estructura multigigabit (MGF) innovadora que mejora la comunicación entre los módulos, lo cual posibilita interacciones más directas entre los distintos servicios y reduce la carga de trabajo del procesador del router.

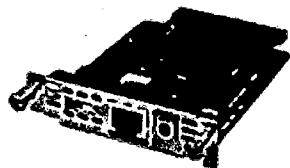
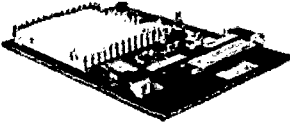
Característica de la arquitectura	Beneficios
Aceleración integrada en hardware para VPN con IPSec/SSL	<ul style="list-style-type: none"> Se ha mejorado la aceleración de cifrado integrada en hardware para proporcionar una mayor escalabilidad que, combinada con una licencia opcional de seguridad de Cisco IOS, admite servicios de VPN y seguridad de enlaces WAN (con aceleración de SSL e IPSec). El hardware de cifrado integrado supera en rendimiento a los módulos de integración avanzada (AIM) de generaciones anteriores.
Puertos Gigabit Ethernet integrados	<ul style="list-style-type: none"> Todos los puertos WAN integrados son puertos Gigabit Ethernet 10/100/1000 con routing.
Innovador acceso a la consola basado en USB (bus serie universal)	<ul style="list-style-type: none"> Un nuevo e innovador puerto de consola USB mini-B admite conectividad de administración cuando los puertos serie tradicionales no están disponibles. También se encuentran disponibles los puertos auxiliares y de consola tradicionales. Para configurar el router, se pueden utilizar tanto el puerto de consola RJ-45 como el puerto de consola USB.
Fuente de alimentación integrada para alimentación por Ethernet (PoE) (opcional)	<ul style="list-style-type: none"> Una mejora opcional a la fuente de alimentación interna proporciona alimentación en línea (alimentación por Ethernet [PoE] 802.3af y alimentación en línea estándar de Cisco) a módulos de switch integrados opcionales.
Red LAN inalámbrica integrada	<ul style="list-style-type: none"> El router Cisco 1941 ofrece un punto de acceso seguro integrado en un solo dispositivo. El punto de acceso integrado es compatible con la versión preliminar 2.0 de la norma IEEE 802.11n, que utiliza tecnología de "entrada múltiple, salida múltiple" (MIMO) con el fin de mejorar la cobertura para actuales clientes 802.11a/b/g y nuevos clientes 802.11n. El router Cisco 1941 admite radios dobles, 802.11b/g/n y 802.11a/n, y puede funcionar en modo autónomo o unificado.

Características y beneficios de la modularidad

El router Cisco 1941 cuenta con capacidades modulares considerablemente mejoradas que ofrecen protección de la inversión para los clientes (consulte la Tabla 2). Este router es compatible con la mayoría de los módulos para generaciones anteriores de routers de Cisco, como los ISR 1841. Además, los módulos del router Cisco 1941 se pueden intercambiar fácilmente con otros routers de Cisco, lo cual permite una óptima protección de la inversión. Si se aprovechan las tarjetas de interfaz comunes en una red, puede reducirse en gran medida la complejidad que implica administrar el inventario, implementar redes de gran magnitud y mantener configuraciones en sucursales de diversos tamaños.

Para ver la lista completa de módulos compatibles, visite <http://www.cisco.com/go/1941>.

Tabla 3. Modularidad: características y beneficios

Característica	Beneficios
Tarjeta de interfaz WAN de alta velocidad mejorada (EHWIC) de Cisco 	<ul style="list-style-type: none"> La ranura para EHWIC sustituye a la ranura para HWIC (tarjeta de interfaz WAN de alta velocidad), y admite de manera nativa HWIC, VIC (tarjetas de interfaz WAN), VIC (tarjetas de interfaz de voz) y VVIC (tarjetas de interfaz WAN/voz). El router Cisco 1941 ofrece dos ranuras integradas para EHWIC, lo cual permite mayor flexibilidad en las configuraciones. De este modo, se admiten dos módulos, es decir, un módulo HWIC-D de ancho doble, o bien dos módulos de ancho simple: EHWIC/HWIC y E-HIC/HWIC. Cada ranura de HWIC ofrece capacidad para transmisión de datos de alta velocidad: <ul style="list-style-type: none"> Velocidad total de hasta 1,6 Gbps hacia el procesador del router Velocidad total de hasta 2 Gbps hacia otras ranuras de módulos por la estructura multigigabit (MGF)
Módulo de servicio interno (ISM) de Cisco 	<ul style="list-style-type: none"> Una sola ranura de ISM brinda la flexibilidad necesaria para integrar módulos de servicio inteligentes que no requieren puertos de interfaz. La ranura de ISM reemplaza a la ranura para AIM (módulos de integración avanzada) y no es compatible con los módulos AIM existentes. Cada ranura de ISM ofrece capacidad para transmisión de datos de alta velocidad: <ul style="list-style-type: none"> Velocidad total de hasta 4 Gbps hacia el procesador del router Velocidad total de hasta 2 Gbps hacia otras ranuras de módulos por la estructura multigigabit (MGF) Las ranuras para ISM se pueden alimentar a través de extensiones similares a las de la tecnología Cisco EnergyWise, lo que permite a las organizaciones reducir el consumo de energía en la infraestructura de red. Las futuras versiones de software ofrecerán compatibilidad plena con EnergyWise. <p>Nota: El router Cisco 1941 no puede tener ISM y WLAN en el mismo chasis. Consulte la información de pedidos para ver las SKU de WLAN.</p>
Ranuras para Compact Flash	<ul style="list-style-type: none"> Los routers Cisco 1941 poseen dos ranuras para memoria Compact Flash externa. En cada ranura, la densidad de almacenamiento de alta velocidad puede alcanzar los 4 GB.
Puertos USB 2.0	<ul style="list-style-type: none"> Se admiten dos puertos USB 2.0 de alta velocidad. Los puertos USB admiten funciones y almacenamiento de tokens de seguridad.

Software Cisco IOS

Los routers Cisco ISR 1941 Series ofrecen tecnologías innovadoras que se ejecutan en Cisco IOS, el software líder del sector. Desarrollada para las redes empresariales, de acceso y de proveedores de servicios más exigentes del mundo, la versión 15 M y T del software Cisco IOS admite una amplia gama de tecnologías de Cisco, incluidas las nuevas funciones de las versiones 12.4 y 12.4T, además de innovaciones en diversas áreas tecnológicas, entre ellas seguridad, voz, alta disponibilidad, routing y multidifusión IP, calidad de servicio (QoS), movilidad IP, switching por etiquetas multiprotocolo (MPLS), redes VPN y administración integrada.

Paquetes y licencias de software Cisco IOS

Las plataformas vienen con una única imagen universal de Cisco IOS que incluye todas las funciones. Las funciones avanzadas se habilitan mediante la activación de una licencia de software en la imagen universal. En los routers de acceso anteriores, era necesario descargar una nueva imagen de software para habilitar estos conjuntos de funciones. Los paquetes de tecnologías y las licencias para funciones, habilitados mediante la infraestructura de licencias de software de Cisco, simplifican la distribución de software y reducen los costos operativos que conlleva la implementación de nuevas funciones.

Los routers Cisco ISR 1941 Series cuentan con cuatro importantes licencias de tecnología, las cuales se pueden habilitar mediante el proceso de activación de software de Cisco que se describe en <http://www.cisco.com/go/sa>.

- IP Base: este paquete de tecnologías está disponible de manera predeterminada.
- Data
- Security (SEC) o Security with No Payload Encryption (SEC-NPE)

Si desea obtener más información sobre los paquetes y las licencias de software Cisco IOS disponibles para los routers Cisco 1941 Series, visite <http://www.cisco.com/go/1941>.

Servicios clave para las sucursales

Los ISR de Cisco son dispositivos líderes en el sector que ofrecen niveles de integración de servicios sin precedentes. Estas plataformas, diseñadas para satisfacer los requisitos de las sucursales, brindan una solución integral que incluye servicios de voz, seguridad, movilidad y datos. De esta manera, las empresas disfrutan de los beneficios de implementar un solo dispositivo que les permite satisfacer todas sus necesidades y reducir los gastos operativos y de capital.

Seguridad de red integrada para datos y movilidad

La seguridad es esencial para proteger la propiedad intelectual de una empresa, garantizar la continuidad de los negocios y brindar la posibilidad de ampliar el lugar de trabajo para aquellos empleados que necesitan tener acceso a los recursos de la empresa en cualquier momento y desde cualquier lugar. Como parte del modelo de arquitectura Cisco SAFE, que permite a las organizaciones identificar, prevenir y adaptarse a las amenazas de seguridad, los routers Cisco ISR 1900 Series protegen las transacciones comerciales y la colaboración.

El paquete de tecnologías de seguridad del software Cisco IOS para los routers Cisco 1900 Series ofrece una amplia variedad de funciones de seguridad comunes, que incluyen capacidades avanzadas de control e inspección de aplicaciones, protección contra amenazas y arquitecturas de cifrado, a fin de mejorar la escalabilidad y facilitar la administración de las redes VPN con un solo conjunto de soluciones. Los routers Cisco 1941 Series ofrecen aceleración de cifrado basada en hardware en forma nativa para mejorar el rendimiento de IPSec con menor carga para el procesador del router en comparación con las soluciones de cifrado basadas en software. Los routers Cisco ISR brindan una solución de seguridad integral y adaptable para los routers de sucursales, que incluye las siguientes funciones:

- **Conectividad segura:** protege las comunicaciones de colaboración mediante VPN con transporte cifrado de grupo (GETVPN), VPN dinámica multipunto (DMVPN) o Easy VPN mejorada.

- **Control de amenazas integrado:** brinda protección contra sofisticados ataques y amenazas a la red mediante el firewall Cisco IOS, el firewall Cisco IOS basado en zonas, el sistema IPS de IOS, el filtrado de contenido de IOS y la concordancia flexible de paquetes (FPM).
- **Administración de identidades:** protege de manera inteligente los terminales por medio de tecnologías como autenticación, autorización y administración (AAA) e infraestructura de clave pública (PKI).

Para obtener información detallada sobre las soluciones y funciones de seguridad que ofrecen los routers Cisco 1900 Series, visite <http://www.cisco.com/go/routersecurity>.

Servicios inalámbricos y de movilidad

Redes LAN inalámbricas

Los ISR de Cisco compatibles con Cisco Unified Wireless Network permiten la implementación de redes WLAN seguras y fáciles de administrar, optimizadas para sucursales y sitios remotos, con capacidades que incluyen movilidad rápida y segura, supervivencia de la autenticación y administración simplificada. Cisco Unified Wireless Network resuelve cuestiones críticas que podrían derivar en fallas, y contribuye a la recuperabilidad y supervivencia de las redes WLAN en ubicaciones remotas y sucursales. Esta solución protege a la red WLAN acelerando la recuperación ante diversas fallas que pudieran producirse. Cisco propicia un alto nivel de disponibilidad en redes WLAN remotas, donde el hardware y el software funcionan en conjunto para permitir una rápida recuperación en caso de alteraciones y garantizar transparencia de fallas a los usuarios y las aplicaciones de la red.

El nuevo router Cisco 1941W con punto de acceso IEEE 802.11n integrado admite implementaciones unificadas y autónomas. Este punto de acceso Wi-Fi integrado es compatible con la norma IEEE 802.11n (versión preliminar 2.0) y admite el acceso móvil a aplicaciones de datos, voz y video con uso intensivo de ancho de banda, por medio de la tecnología de "entrada múltiple, salida múltiple" (MIMO). Esto mejora el rendimiento, la confiabilidad y la previsibilidad. Las redes inalámbricas compatibles con IEEE 802.11n crean un entorno de trabajo cohesivo combinando la movilidad de las redes inalámbricas con el rendimiento de las redes cableadas. Cisco ofrece soluciones innovadoras de próxima generación para redes inalámbricas, que mejoran el rendimiento y el alcance para lograr una conectividad inalámbrica ubicua. La tecnología IEEE 802.11n ofrece una confiabilidad excepcional y un rendimiento hasta nueve veces superior al de las actuales redes IEEE 802.11a/b/g. Convierte a las redes inalámbricas en un componente esencial para cualquier tipo de organización, porque brinda los siguientes beneficios:

- Velocidades de datos de hasta 600 Mbps, que permiten incluir más usuarios, dispositivos y aplicaciones críticas con uso intensivo del ancho de banda.
- La nueva tecnología MIMO, que aporta previsibilidad a la cobertura de la red WLAN y confiabilidad a la conexión.
- Tecnología inalámbrica de próxima generación, que ofrece una óptima protección de la inversión al admitir aplicaciones móviles emergentes.

Con estos routers es posible extender las redes corporativas hasta sitios remotos seguros, donde los usuarios pueden tener acceso a las mismas aplicaciones de voz y datos disponibles en las oficinas de las empresas. Cuando los usuarios necesitan acceso a una red WLAN desde un sitio remoto, la visibilidad y el control de la seguridad de la red cobran una importancia aun mayor. Los nuevos routers fijos Cisco ISR satisfacen esta necesidad con un solo dispositivo que combina capacidades IEEE 802.11a/b/g/n integradas con funciones de seguridad que incluyen Wi-Fi Protected Access (WPA), autenticación IEEE 802.1X con LEAP (protocolo ligero de autenticación extensible de Cisco), PEAP (EAP protegido) y cifrado con TKIP (protocolo de integridad de clave temporal) de WPA.

Redes WAN inalámbricas

Los módulos de red WAN inalámbrica (WWAN) de tercera generación (3G) que ofrece Cisco combinan las funciones tradicionales de los routers empresariales (por ejemplo, administración remota, seguridad y servicios IP avanzados como VoIP) y la seguridad con las capacidades de movilidad que brinda el acceso a la red WAN 3G. Si se utilizan redes inalámbricas 3G de alta velocidad, los routers pueden reemplazar o complementar la infraestructura tradicional existente, como acceso telefónico, ISDN y Frame Relay. Las soluciones Cisco 3G son compatibles con las normas 3G HSPA (acceso de paquetes a alta velocidad) y EVDO (evolución con transmisión de datos optimizada o evolución con transmisión de datos únicamente), lo que proporciona un verdadero respaldo de WAN de trayectos múltiples y la capacidad de implementar con rapidez la conectividad WAN principal. Para obtener más información sobre las soluciones de tercera generación que ofrecen los ISR de Cisco, visite www.cisco.com/go/3g.

Switching de LAN integrado

El router Cisco ISR 1941 Series tendrá compatibilidad con los módulos LAN EHWIC cuando se encuentren disponibles. El router Cisco 1941 Series admite el módulo existente EtherSwitch HWIC de ancho simple, así como el módulo HWIC-D de ancho doble, que amplían en gran medida las capacidades del router integrando el switching de capa 2 o 3 líder del sector.

Servicios de aplicaciones

A medida que las organizaciones continúan centralizando y consolidando la infraestructura de TI de sus sucursales para reducir los niveles de complejidad y costos, deben enfrentar varios desafíos: garantizarles una adecuada experiencia a los usuarios, ofrecer la disponibilidad permanente del servicio y proporcionar aplicaciones relevantes para la empresa dónde y cuándo se las necesite. Para dar respuesta a estos desafíos, los routers Cisco 1941 Series tienen la capacidad de alojar aplicaciones de Cisco, de terceros y personalizadas en el módulo Cisco Services Ready Engine (SRE), que se integran fácilmente al router. El módulo cuenta con procesador, interfaz de red y memoria, cuyo funcionamiento no depende de los recursos del router, lo cual garantiza un óptimo rendimiento simultáneo de las aplicaciones y del routing, además de reducir los requisitos de espacio físico, disminuir el consumo de energía y consolidar la administración.

Cisco Services Ready Engine

La solución Cisco Services Ready Engine (SRE) se encuentra disponible en forma de módulo de servicio interno (ISM). El hardware del módulo de servicio interno ofrece un rendimiento hasta siete veces superior con respecto a los anteriores módulos de integración avanzada, e incluye un procesador x86. El módulo SRE de Cisco permite el aprovisionamiento a pedido de aplicaciones para sucursales en las plataformas Cisco 1900 Series, de manera que pueda implementar la aplicación adecuada en el lugar y el momento indicados. Con el modelo de implementación preparado para servicios, el hardware se separa del software, lo cual permite que el aprovisionamiento de aplicaciones en el módulo se efectúe durante su instalación o con posterioridad a la misma (esto último en forma remota). Entre las soluciones compatibles se encuentran Cisco Application Extension Platform (AXP), Cisco Wireless LAN Controller (WLC) y otras aplicaciones en desarrollo. Services Ready Engine garantiza la funcionalidad futura de la red en organizaciones de diversa magnitud, ya que les permite implementar nuevas aplicaciones para sucursales sin necesidad de agregar hardware, reduciendo así el costo que implica la incorporación de servicios en esas sucursales.

Administración de los ISR

Las aplicaciones de administración de redes tienen un papel decisivo en la reducción de gastos operativos y la mejora en la disponibilidad de las redes, ya que simplifican y automatizan muchas de las tareas cotidianas relacionadas con la administración de una red de punta a punta. El "soporte inicial para dispositivos" ofrece asistencia inmediata en la administración del ISR, lo cual facilita y acelera la implementación, el monitoreo y la resolución de problemas con aplicaciones de Cisco y de terceros.

Para lograr las metas de productividad y reducción de gastos operativos, las organizaciones confían en aplicaciones de administración de redes desarrolladas por ellas mismas, por Cisco y por terceros. Esas aplicaciones están respaldadas por funciones de administración integradas que se encuentran disponibles en todos los ISR. Los nuevos ISR continúan la tradición de incluir en los dispositivos funciones de administración amplias y exhaustivas. Funciones como IPSLA, EEM y NetFlow le permiten saber lo que sucede en su red en todo momento. Estas funciones, junto a la compatibilidad con SNMP y SYSLOG, sustentan las aplicaciones de administración en su organización.

Consulte las tablas 4, 5 y 6 para obtener información detallada sobre el software IOS, la administración de redes y la facilidad de administración en los routers Cisco ISR 1941 Series.

Tabla 4. Routers Cisco 1941 con amplio soporte de protocolos y funciones del software Cisco IOS

Protocolos	IPv4, IPv6, rutas estáticas, OSPF (abrir primero la ruta más corta), EIGRP (IGRP mejorado), BGP (protocolo de puerta de enlace fronteriza), reflector de ruta BGP, IS-IS (sistema intermedio a sistema intermedio), IGMPv3 (protocolo de administración de grupos de Internet de multidifusión), PIM SM (multidifusión independiente del protocolo en modo disperso), PIM-SSM (multidifusión independiente del protocolo-multidifusión específica del origen), DVMRP (protocolo de routing multidifusión con vector de distancia), IPsec, GRE (encapsulado de routing genérico), BVD (detección de reenvío bidireccional), multidifusión IPv4 a IPv6, MPLS, L2TPv3 (protocolo de túneles de nivel 2, versión 3), 802.1ag, 802.3ah, VPN de capas 2 y 3.
Encapsulaciones	Ethernet, VLAN 802.1q, PPP (protocolo punto a punto), MLPPP (protocolo de enlaces múltiples punto a punto), Frame Relay, MLFR (Frame Relay de enlaces múltiples) (FR15 y FR16), HDLC (control de alto nivel para enlaces de datos), serie (RS-232, RS-449, X.21, V.35 y EIA-530), PPPoE (protocolo punto a punto sobre Ethernet) y ATM.
Administración del tráfico	QoS, CBWFQ (mecanismo de cola de espera equitativo y ponderado basado en clases), WRED (detección temprana aleatoria y ponderada), QoS jerárquica, PBR (routing basado en políticas), PfR (routing de alto rendimiento) y NBAR (routing avanzado basado en la red).

Nota: Para obtener una lista completa de las funciones admitidas en el software Cisco IOS, consulte la herramienta Feature Navigator (navegador de funciones) en <http://www.cisco.com/go/fn>.

En la Tabla 5 se describen diversas capacidades de administración del ISR que se encuentran disponibles en el software Cisco IOS:

Tabla 5. Capacidades de administración del software Cisco IOS

Característica	Descripción de la función admitida por los ISR de Cisco
WSMA	El agente de administración de servicios web (WSMA) define un mecanismo mediante el cual se puede administrar un dispositivo de red, buscar información de configuración, y cargar y manejar nuevos datos de configuración. El WSMA utiliza la codificación de datos basada en XML, que se transporta mediante SOAP (protocolo simple de acceso a objetos) para los datos de configuración y mensajes de protocolos.
EEM	Cisco IOS Embedded Event Manager (EEM) es un sistema distribuido y personalizado para la detección de eventos y la recuperación, que se incluye directamente en un dispositivo con software Cisco IOS. Tiene la capacidad de monitorear eventos y tomar medidas informativas, correctivas o de otra índole cuando se producen los eventos o se alcanza un determinado umbral.
IPSLA	Los acuerdos de nivel de servicio (SLA) sobre IP del software Cisco IOS permiten garantizar nuevas aplicaciones IP críticas para el negocio, así como servicios IP que utilizan datos, voz y video, en una red IP.
SNMP, RMON, Syslog, NetFlow y TR-069	Además de las funciones de administración integradas antes descritas, los routers Cisco ISR 1900 Series admiten SNMP, monitoreo remoto (RMON), syslog, NetFlow y TR-069.

Aplicaciones de Cisco para la administración de redes

Las aplicaciones de la Tabla 6 son productos autónomos que puede comprar o descargar para administrar los dispositivos de red de Cisco. Las aplicaciones están diseñadas para las distintas etapas operativas, y el cliente puede seleccionar las que mejor se adapten a sus necesidades.

Tabla 6. Soluciones de administración de redes

Etapas operativa	Aplicación	Descripción
Preparación y configuración de dispositivos	Cisco Configuration Professional	<ul style="list-style-type: none"> Cisco Configuration Professional es una herramienta para la administración de dispositivos basada en una interfaz gráfica de usuario, que está diseñada para routers de acceso con software Cisco IOS. Esta herramienta simplifica el routing, el firewall, el sistema de prevención de intrusiones (IPS), la red VPN, las comunicaciones unificadas y la configuración de las redes WAN y LAN, a través de asistentes sencillos basados en la interfaz gráfica de usuario.

Etapa operativa	Aplicación	Descripción
Implementación, configuración, monitoreo y resolución de problemas en toda la red	CiscoWorks LMS	<ul style="list-style-type: none"> La solución CiscoWorks LAN Management (LMS) es un paquete de aplicaciones integradas que simplifican la administración diaria de una red de Cisco de punta a punta, con lo cual se reducen los gastos operativos y se mejora la disponibilidad de la red. La solución CiscoWorks LMS ofrece a los administradores de redes una sencilla interfaz en línea para configurar, administrar y resolver los problemas de los ISR de Cisco, por medio de la nueva instrumentación, como Cisco IOS EEM. Además de admitir los servicios básicos del ISR, CiscoWorks brinda soporte de valor agregado al Cisco Services Ready Engine (SRE). Esto permite la administración y distribución de imágenes de software al SRE, lo cual reduce el tiempo y la complejidad que implica la administración de imágenes.
Preparación, configuración y conformidad reglamentaria de la red	CiscoWorks NCM	<ul style="list-style-type: none"> CiscoWorks Network Compliance Manager (NCM) controla y regula los cambios de configuración y software en una infraestructura de red de varios proveedores. Optimiza la visibilidad de los cambios de la red y controla el cumplimiento de numerosos requisitos vinculados a regulaciones, TI, gestión corporativa y tecnología.
Preparación, configuración y monitoreo de las funciones de seguridad	Cisco Security Manager	<ul style="list-style-type: none"> Cisco Security Manager es una aplicación de clase empresarial para la administración de la seguridad. Proporciona servicios de firewall, VPN y prevención de intrusiones (IPS) en routers, dispositivos de seguridad y módulos de servicios de switch de Cisco. El paquete también incluye el sistema Cisco Security Monitoring, Analysis and Response System (Cisco Security MARS) para el monitoreo y la minimización de riesgos.
Configuración y aprovisionamiento	Cisco Unified Provisioning Manager	<ul style="list-style-type: none"> Cisco Unified Provisioning Manager es una solución en línea confiable y escalable para la administración de los servicios de comunicaciones de próxima generación que son fundamentales en las empresas. Permite administrar los servicios de comunicaciones unificadas en un entorno que integra telefonía IP, correo de voz y mensajería.
Preparación, implementación y cambios de licencias	Cisco License Manager	<ul style="list-style-type: none"> <u>Con la aplicación segura cliente-servidor, Cisco License Manager, puede administrar fácilmente la activación y las licencias del software Cisco IOS en una amplia variedad de plataformas con ese software y en otros sistemas operativos.</u>
Preparación, implementación y cambios en los archivos de imágenes y configuración	Cisco Configuration Engine	<ul style="list-style-type: none"> Cisco Configuration Engine es un producto para la administración de redes seguras que permite distribuir imágenes y configuraciones sin interacción mediante una administración centralizada con plantillas.

Resumen y conclusión

Las empresas incorporan cada vez más aplicaciones centralizadas y de colaboración para reducir el costo total de propiedad que conlleva la administración de su red y mejorar la productividad general de los empleados. En consecuencia, necesitan soluciones más inteligentes para las sucursales. Los routers Cisco 1941 Series ofrecen estas soluciones, ya que mejoran el rendimiento y aumentan la densidad modular para admitir múltiples servicios. Los routers Cisco 1941 Series están diseñados para integrar las funciones de dispositivos autónomos en un solo sistema compacto que se puede administrar en forma remota.

Especificaciones del producto

Tabla 7. Especificaciones del router Cisco ISR 1941 Series


	Cisco 1941, Cisco 1941W
Densidad de ranuras y servicios	
Aceleración de cifrado integrada en hardware (IPSec + SSL)	Sí
Total de puertos LAN 10/100/1000 integrados	2
Puertos basados en RJ-45	2
Puertos basados en SFP	0
Ranuras para SM	0
Ranuras para SM de doble ancho	0
Ranuras para EHWIC	2
Ranuras para EHWIC de doble ancho (el uso de una ranura para EHWIC de doble ancho requerirá dos ranuras para EHWIC)	1
Ranuras para ISM	1 (0 en el router Cisco 1941W)
Memoria (DRAM ECC [código de corrección de errores] DDR2) - Predeterminada	512 MB
Memoria (DRAM ECC DDR2) - Máxima	2.0 GB

	Cisco 1941, Cisco 1941W
Memoria Compact Flash (externa) - Predeterminada	Ranura 0: 256 MB Ranura 1: nada
Memoria Compact Flash (externa) - Máxima	Ranura 0: 4 GB Ranura 1: 4 GB
Ranuras para memoria flash USB externa (tipo A)	2
Puerto de consola USB (tipo B; hasta 115,2 kbps)	1
Puerto serie de consola (hasta 115,2 kbps)	1
Puerto serie auxiliar (hasta 115,2 kbps)	1
Fuentes de alimentación	CA, PoE
Compatibilidad con fuente de alimentación redundante	No
Especificaciones de alimentación	
Voltaje de entrada de CA	100 a 240 V ~
Frecuencia de entrada de CA	47 a 63 Hz
Rango de CA de entrada de la fuente de alimentación de CA (máx.)	1,5 a 0,6 A
Impulso transitorio de corriente de entrada de CA	<50 A
Consumo normal de energía (sin módulos)	35 W
Capacidad de potencia máxima con fuente de alimentación de CA	110 W
Capacidad de potencia máxima con fuente de alimentación PoE (plataforma únicamente)	110 W
Capacidad de potencia máxima en dispositivo PoE con fuente de alimentación PoE	80 W
Especificaciones físicas	
Dimensiones (Al x An x Pr)	8,9 x 34,3 x 29,2 cm (3,5 x 13,5 x 11,5 pulg.)
Altura de bastidor	2 RU
Montaje en bastidor EIA de 48,3 cm (19 pulg.)	Incluido
Montaje en pared (consulte la guía de instalación para averiguar la orientación aprobada)	Sí
Peso con fuente de alimentación de CA (sin módulos)	5,4 kg (12 libras)
Peso con fuente de alimentación PoE (sin módulos)	5,8 kg (12,8 libras)
Peso máximo: totalmente configurado	6,3 kg (14 libras)
Flujo de aire	Desde el frente hacia el lateral
Especificaciones ambientales	
Condiciones de funcionamiento	
Temperatura: altitud máx. de 1800 m (5906 pies)	0 a 40 °C (32 a 104 °F)
Temperatura: altitud máx. de 3000 m (9843 pies)	0 a 25 °C (32 a 77 °F)
Altitud	3000 m (10.000 pies)
Humedad	Humedad relativa de 10 a 85%
Acústica: presión sonora (normal/máxima)	26/46 dBA
Acústica: potencia sonora (normal/máxima)	36/55 dBA
Condiciones para el transporte y almacenamiento	
Temperatura	-40 a 70 °C (-40 a 158 °F)
Humedad	Humedad relativa de 5 a 95%
Altitud	4570 m (15.000 pies)
Conformidad reglamentaria	
Seguridad	UL 60950-1 CAN/CSA C22.2 N° 60950-1 EN 60950-1 AS/NZS 60950-1 IEC 60950-1

EMC	Cisco 1941, Cisco 1941W CFR Título 47, Parte 15 ICES-003 Clase A EN 55022 Clase A CISPR 22 Clase A AS/NZS 3548, Clase A VCCI V-3 CNS 13438 EN 300-386 EN 61000 (inmunidad) EN 55024, CISPR 24 EN 50082-1
Telecomunicaciones	TIA/EIA/IS-96B CS-03 ANSI T1.101 ITU-T G.823, G.824 IEEE 802.3 Directiva RTTE

Especificaciones de WLAN

Tabla 8. Especificaciones sobre WLAN del router Cisco 1941W

Característica	Descripción
Hardware de WLAN	<ul style="list-style-type: none"> Punto de acceso basado en la norma IEEE 802.11n (versión preliminar 2.0), compatible con 802.11a/b/g Selección automática de velocidad para 802.11g/n Radios dobles para los modos 802.11b/g/n y 802.11a/n Conectores RP-TNC para antenas externas reemplazables en el terreno Ganancia de antena predeterminada de 2 dBi Tecnología de radio de "entrada múltiple, salida múltiple" (MIMO) 2 x 3 Certificación Wi-Fi 802.11n (versión preliminar 2.0)
Características del software de WLAN	<ul style="list-style-type: none"> Punto de acceso autónomo o unificado Compatibilidad con Cisco WCS para el monitoreo de puntos de acceso en modo autónomo Opciones para maximizar el rendimiento o el alcance Potencia de transmisión configurable por software Radios con distintas funciones, que incluyen punto de acceso, puente raíz, puente no raíz y puente de grupo de trabajo Certificación Wi-Fi Multimedia (WMM) Control de admisión de llamadas (CAC) según las especificaciones de tráfico (TSPEC), para garantizar la calidad de la voz Ahorro de energía automático no programado (UAPSD), para reducir la latencia
Administración unificada de la red WLAN	<p>Características del punto de acceso unificado:</p> <ul style="list-style-type: none"> Compatible con el controlador de red LAN inalámbrica y Cisco WCS Switching local o central configurable para el modo HREAP Administración de radio mediante Cisco WCS Itinerancia transparente con grupos de movilidad
Funciones de seguridad de la red WLAN	<ul style="list-style-type: none"> Norma 802.11i Wi-Fi Protected Access (WPA) y AES (WPA2) Autenticación EAP: Cisco LEAP, PEAP, EAP-TLS (protocolo de autenticación extensible-seguridad de la capa de transporte), EAP-FAST (protocolo de autenticación extensible-autenticación flexible mediante túneles seguros), EAP-SIM (protocolo de autenticación extensible-módulo de información del suscriptor), EAP-MD5 (protocolo de autenticación extensible-algoritmo 5 de resumen de mensaje) y EAP-TTLS (protocolo de autenticación extensible-TLS de túnel) Privacidad equiparable a la de redes cableadas (WEP), estática y dinámica Cifrado con TKIP/SSN (protocolo de integridad de clave temporal/red de seguridad simple) Autenticación y filtro MAC Base de datos de usuarios para autenticación local en caso de errores mediante LEAP y EAP-FAST Límite configurable del número de clientes inalámbricos Contabilidad RADIUS configurable para clientes inalámbricos Claves precompartidas (PSK) (Wi-Fi Protected Access-oficinas pequeñas o en el hogar [WPA-SHO])
Certificaciones	

Identificadores de conjuntos de servicios (SSID)	16
Redes VLAN Inalámbricas	16
Redes VLAN Inalámbricas cifradas	16
Identificadores de conjuntos de servicios de difusión múltiple (MBSSID)	16

Módulos compatibles

Los routers Cisco 1941 Series admiten diversos módulos que ofrecen a las sucursales una amplia gama de servicios líderes en el sector. Haga clic en el vínculo a continuación para ver la lista de módulos compatibles con los routers Cisco 1900.

http://cisco.com/en/US/products/ps1900/products_relevant_interfaces_and_modules.html

Información para realizar pedidos

Para solicitar los routers Cisco 1941, puede ingresar en la [página principal de pedidos de Cisco](#).

Para obtener más información sobre los routers Cisco 1900 Series, visite <http://www.cisco.com/go/1900>.

En la Tabla 9 encontrará la información necesaria para pedir el router Cisco 1941. Para obtener información sobre los pedidos de routers Cisco 1900 Series, consulte la guía de pedidos de Cisco 1900 Series (Cisco 1900 Series Ordering Guide). Para hacer un pedido, visite la [página principal de pedidos de Cisco](#) y consulte la Tabla 9, que contiene información básica para realizar pedidos. Para obtener otros números de productos, incluidos los correspondientes a paquetes de Cisco 1900 Series, consulte la [lista de precios de los routers Cisco ISR 1900 Series](#) o comuníquese con el representante local de cuentas de Cisco.

Tabla 9. Información básica para realizar pedidos de routers Cisco 1941 Series

Número de producto	Descripción del producto
Cisco 1941/K9	Router Cisco 1941 con 2 puertos GE integrados, 2 ranuras para EHWIC, 1 ranura para ISM, 256 MB de memoria Compact Flash predeterminada, 512 MB de memoria DRAM predeterminada, IP Base
Cisco 1941W-A/K9	Router Cisco 1941 compatible con 802.11a/b/g/n y normas FCC, con 2 puertos GE integrados, 2 ranuras para EHWIC, 256 MB de memoria Compact Flash predeterminada, 512 MB de memoria DRAM predeterminada, IP Base
Cisco 1941W-E/K9	Router Cisco 1941 compatible con 802.11a/b/g/n y normas ETSI, con 2 puertos GE integrados, 2 ranuras para EHWIC, 256 MB de memoria Compact Flash predeterminada, 512 MB de memoria DRAM predeterminada, IP Base
Cisco 1941W-P/K9	Router Cisco 1941 compatible con 802.11a/b/g/n y normas de Japón, con 2 puertos GE integrados, 2 ranuras para EHWIC, 256 MB de memoria Compact Flash predeterminada, 512 MB de memoria DRAM predeterminada, IP Base
Cisco 1941W-N/K9	Router Cisco 1941 compatible con 802.11a/b/g/n y normas de Australia y Nueva Zelanda, con 2 puertos GE integrados, 2 ranuras para EHWIC, 256 MB de memoria Compact Flash predeterminada, 512 MB de memoria DRAM predeterminada, IP Base
Cisco 1941W-C/K9	Router Cisco 1941 compatible con 802.11a/b/g/n y normas de China, con 2 puertos GE integrados, 2 ranuras para EHWIC, 256 MB de memoria Compact Flash predeterminada, 512 MB de memoria DRAM predeterminada, IP Base

Si desea descargar el software Cisco IOS para el router Cisco ISR 1941, vaya a [Download Software](#) (descarga de software), haga clic en Router Software (software para routers) y seleccione Cisco ISR 1941 Integrated Services Router.

Opciones de migración de los ISR

Los routers Cisco ISR 1900 Series se incluyen en el programa Cisco Technology Migration Program (TMP) estándar. Visite <http://www.cisco.com/go/TMP> y comuníquese con el representante local de cuentas de Cisco para consultar los detalles del programa.

Información sobre la garantía

Los routers Cisco ISR 1900 Series tienen un año de garantía con responsabilidad limitada.

Más información

Para obtener más información sobre los routers Cisco ISR 1900 Series, visite <http://www.cisco.com/go/1900> o comuníquese con el representante local de cuentas de Cisco.

Servicios de Cisco y sus partners para las sucursales

Los servicios de Cisco y sus partners certificados pueden ayudarlo a reducir el costo y la complejidad que implican las implementaciones en las sucursales. Nuestra vasta experiencia en tecnologías nos permite diseñar proyectos de soluciones destinadas a sucursales que se adaptan a las necesidades específicas de las distintas empresas. Los servicios de planificación y diseño ponen la tecnología al servicio de los objetivos comerciales, y pueden mejorar la precisión, velocidad y eficiencia de la implementación. Los servicios técnicos garantizan el buen funcionamiento del sistema, consolidan las funciones de las aplicaciones de software, resuelven problemas de rendimiento y reducen los gastos. Los servicios de optimización fueron concebidos para mejorar el rendimiento en forma continua y ayudar a su equipo a utilizar con eficacia las nuevas tecnologías. Para obtener más información, visite <http://www.cisco.com/go/services>.

El soporte técnico de Cisco SMARTnet® para Cisco 1900 Series puede contratarse para una única vez o mediante una suscripción anual. Las opciones de soporte incluyen desde servicios de asistencia hasta consultas proactivas en el establecimiento. Todos los contratos de soporte incluyen:

- Actualizaciones principales del software Cisco IOS para mejoras en protocolos, seguridad, ancho de banda y funciones
- Acceso pleno a las bibliotecas técnicas de Cisco.com, que incluyen asistencia técnica, comercio electrónico e información sobre productos
- Acceso las 24 horas a la mayor base de personal especializado en soporte técnico que ofrece el sector

Más información

Para obtener más información sobre los routers Cisco 1900 Series, visite <http://www.cisco.com/go/1900> o comuníquese con el representante local de cuentas de Cisco.



Sede Central en las Américas
Cisco Systems, Inc.
San José, CA

Sede Central en Asia-Pacífico
Cisco Systems (EE. UU.) Pte. Ltd.
Singapur

Sede Central en Europa
Cisco Systems International BV
Ámsterdam, Países Bajos

Cisco cuenta con más de 200 oficinas en todo el mundo. Las direcciones y los números de teléfono y fax están disponibles en el sitio web de Cisco: www.cisco.com/go/offices.

3DE, CCENT, CCSI, Cisco Eos, Cisco HealthPresence, Cisco IronPort, el logotipo de Cisco, Cisco Nurse Connect, Cisco Pulse, Cisco SensorBase, Cisco StackPower, Cisco StadiumVision, Cisco TelePresence, Cisco Unified Computing System, Cisco WebEx, DCE, Flip Channels, Flip for Good, Flip Mino, Flipshare (diseño), Flip Ultra, Flip Video, Flip Video (diseño), Instant Broadband y Welcome to the Human Network son marcas comerciales; Changing the Meeting To You, Catalyst, CCDA, CCDP, CCIE, CCIP, CCNA, CCNP, CCSP, CCVP, Cisco, el logotipo de Cisco Certified Internetwork Expert, Cisco IOS, Cisco Lumin, Cisco Nexus, Cisco Press, Cisco Systems, Cisco Systems Capital, el logotipo de Cisco Systems, Cisco Unity, Collaboration Without Limitation, Continuum, EtherFast, EtherSwitch, Event Center, Explorer, Follow Me Browsing, GainMaker, iLync, IOS, iPhone, IronPort, el logotipo de IronPort, Laser Link, LightStream, Linksys, MeetingPlace, MeetingPlace Chime Sound, MGX, Networkers, Networking Academy, PCNow, PIX, PowerKEY, PowerPanels, PowerTV, PowerTV (diseño), PowerVu, Prisma, ProConnect, RSA, SenderBase, SMARTnet, Spectrum Expert, StackWise, WebEx, y el logotipo de WebEx son marcas registradas de Cisco Systems, Inc. o de sus filiales en Estados Unidos y en otros países.

Todas las demás marcas mencionadas en este documento o en el sitio web son propiedad de sus respectivos titulares. El uso de la palabra "partner" no implica que exista una relación de asociación entre Cisco y otra compañía. (0910R)